



Ditlhamane:

Ditlhamane tsa metseletsele ya nako

E rulagantswe ke
Johan Ferreira le Seite Makgai



ESI Press
University of Pretoria, Lynnwood Avenue, Hatfield, South Africa
<https://www.esipress.up.ac.za>
Copyright © ESI Press 2026
Ditshwanelo tsotlhe di sireleditswe.

Ga go karolo epe ya buka eno e e tshwanetseng go gatisiwa kgotsa go anamisiwa ka tsela epe kgotsa ka mokgwa mongwe le mongwe wa ileketeroniki, go akarediwa go tsaya dikhopi le go rekota, kgotsa ka mokgwa mongwe le mongwe wa go boloka tshedimosetso kgotsa wa go e batla, ntle le tetla e e kwadilweng ya morekisi

iv

Setshwantsho sa bokwantle jwa buka: Michelle Pinto
Ditshwantsho: Michelle Pinto
Mokwalo le popego: Tammy Mooney
E gatisitswe ka 2026
Ya phasalatswa la ntlha ke ESI Press 2023

ISBN: 978-1-0671518-0-5 (Print)
ISBN: 978-1-0671518-3-6 (E-book / digital)



Ditlhamane: Ditlhamane tsa metseletsele ya nako

E rulagantswe ke Johan Ferreira le Seite Makgai

v

DITENG

Ketapele	viii
Ditebogo	xviii
Mabapi le bagatise	xviii

KAROLO 1

Ditlhamane tsa motseletsele wa nako

vi	Stationaryville le bakaulengwe ba babedi	<i>Lebogang Malebati</i>	5
	Dikanegelo tsa ga Archibald Rubenstein	<i>Jaydean Botha</i>	11
	Kgosana ya Motsamao wa Letagwa	<i>Mayurie Pandaram</i>	15
	Lorato lo lo sokameng ka ga AR (2)	<i>Jwalane Noko</i>	21
	Ditiragalo tsa Stationarnian yoo phelang	<i>Thato Magano</i>	
	mo lefatsheng le le lešwa gotlhelele		25
	Modisa le phiri	<i>Nelis Daniels</i>	31
	Phiri le bana ba bararo	<i>Tiffany Harzon</i>	37
	Lefatshe le le lefifi	<i>Ewan Botha</i>	41
	A o ka kgona go kgabaganya borogo?	<i>Ndango Kutama</i>	47
	Kgang ya losika lwa dikgosi lwa ARMA	<i>Santino del Fava</i>	53
	Motseletsele wa Temporal	<i>Tanya Kleingeld</i>	59
	ARIMA	<i>Dylan J. Cuyler</i>	65
	Mokgwa o o fitlhegileng wa metlha yotlhe	<i>Mbekezeli Mazibuko</i>	71



KAROLO 2

Ditlhamane tse e seng tsa boammaruri le ditlhamane tsa Saense

	Z _t le Ngwana wa gagwe wa seriti	<i>David Dodkins</i>	77	vii
	Go kgaoganya setšhaba	<i>Oghenefejiro Arek-Bawa</i>	83	
	Kwa Braamfontein	<i>Dikeledi Rose Motseleng</i>	89	
	Osama le leje la Mashigo	<i>Ndabeni Mokoena</i>	93	
	Kgang ya Batlhabani ba ARMA	<i>Levasen Reddy</i>	99	
	Teko ya go tsamaisa terena e e sa tsamaeng	<i>Katlego Tjeane</i>	103	
	Ditshwantsho (ditlelounu) tsa kwa Seattle	<i>Ziyanda Khumalo</i>	109	
	Kgetse ya polao ya kwa Johanistan	<i>Lute Munzhedzi</i>	113	
	Kgang ya ga Aria le ARIMAS wa gagwe	<i>Ziyaad Lundell</i>	117	
	Go fodisa go sa tsamaeng ga maemo a a feteletseng mo TSA	<i>Stephanus Geyser</i>	123	

Ketapele

Mekgwa e e tlwaelegileng ya go ruta ka dipalopalo le ditseroganyo e akaretsa (e bile e tsepame thata mo go) go tlhalosa kgopolo le go dirisa dikakanyo tsa dipalopalo tsa tshimologo. Ke ba se kae fela ba ba tlhomang mogopolo mo go tokafatseng dikakanyo tse di akarediawang mo dithutong tse di kwa godimo tsa dikirii ya ntlha. Bagatise ba buka eno ba lemogile gore go na le phatlha e e ka nnang teng mo go tsa tlhaloganyo le mo go kwaleng le go buisa dibuka mo kharikhulamong ya dipalopalo tsa thuto e e kwa godimo ya Aforika Borwa. Ba ne ba ikaelela go tlaleletsa mo dikgopolong tsa setso (le tiragatso), mokgwa wa go ruta le ditlwaello tse di dirisiwang mo thutong ka pono e ntšhwa.

Buka eno e tswa mo porojekeng ya go tlhabolola le go rulaganya dikakanyo tse di itlhametsweng tse di ikaegileng ka diteng tsa tshekatsheko ya metseletsele ya nako go tswa mo dithutong tsa bogolo jwa pele kwa University of Pretoria (UP). Dipolelo tsa porojeke eno di ka nna tsa nna jaaka motswedi wa thuto o baithuti ba UP (le ba bangwe) ba ka o dirisang go tsoseletsa kgatlhego e, e le go fokotsa go sa tlhomamang go go dikologileng dikakanyo tse di rutiwang mo tshekatshekong ya metseletsele ya nako.

Tlhatlhobo ya metseletsele ya nako ke modutu wa ngwaga wa boraro o o tserweng ngwaga le ngwaga ke baitlhoki ba ba ka nna 300, o o nang le baithuti ba ba tswang kwa BSc Mathematical Statistics, BSc Actuarial le Financial Mathematics, BCom Statistics le Data Science, le BCom Economics, gareng ga tse dingwe. Diteng tsa yone di akaretsa metseletsele ya nako e e sa fetogeng, dilo tse di dirwang ke dikala tsa palogare tse di tsamayang ka go boela morago, go fopholediswa ga dimotele tse di sekasekwang, go bonela pele le go sekaseka dilo tse di setseng.

Mo go nngwe ya dikgwedithataro (disemesetara), baithuti ba ne ba ithaopela go nna le seabe mo tirong ya go anela dikgang tse mo go tsone go neng go dirisiwa dikakanyo tsa konokono tsa go sekaseka tatelano ya ditiragalo tsa nako jaaka batho ba ba tlhalosiwang. Baithuti ba ne ba neelwa kaedi e e sa gagamalang, kgotsa kaelo ya go kwala kgangkhutswe e e itlhametsweng, ka maikaelelo a go batlisisa

go tsoselediwa ga mafelo a tlhaloganyo a a neng a sa akanyediwa pele, a a ka oketsang mafelo a mangwe a a ntseng jalo go itlhaganedisa go ithuta le go fokotsa tlhobaelo e e bonwang e e amanang le go sekaseka metseletsele ya dinako. Ka tsela eno, bokgoni jwa go ruta le go dira patlisiso bo nonotshiwa mo mmojulong o ngwaga le ngwaga o gwetlhang baithuti ba BCom, segolobogolo ka go oketsa didirisiwa tsa go ruta baithuti ba mo isagweng. Tse di kwadilweng ke baithuti le go rulaganngwa ke batlhatlhededi (batlhotlhomisi ba bagolo mo porojekeng eno). Ka jalo, go ithuta ka tsela e e rulagantsweng go akareditswe mo go ithuteng ka tsela e e sa rulaganngwang ya go ithuta mo dithakeng ka maiteko ano a a tshegetsang go ithuta ka tsela e e itlhametsweng, e e ikaegileng ka porojeke le go ithuta mo kharikhulamong tse di rutang dilo tse di tshwanang.

Ditlhaloso (Cryer and Chan 2008):

Metseletsele ya nako

Tshedimosetso e e bonweng go tswa mo tshekatshekong e e kgobokantsweng ka tatelano mo tsamaong ya nako, gantsi ka dipaka tse di lekanang tse di fa gare (seka, ditlhwatlhwa tsa letsatsi le letsatsi tsa dikuno, lebelo la phefo ka ura, le dipalo-palo tsa ngwaga le ngwaga tsa ntshokuno ya dijalo kgotsa leruo). Boleng gantsi bo emelwa ke X_t , e e supang boleng jwa metseletsele ya nako, mme letshwao la t le supa nako ya tshekatsheko. Ka kakaretso, go na le polelwana ya phoso ya tlaleletso e e supilweng ka a_t , e e emelang tiragalo e e sa rulaganngwang e e sa tlhalosiweng ke mofuta ka boone. Phoso eno e e oketsegang gantsi e bidiwa “white noise.”

Ipusetso morago (Autogressive)

Mokgwa wa dipalo wa go dira X_t e e ikaegileng ka dilo tse e di lemogileng mo nakong e e fetileng, jaaka X_{t-1} ; tota, go boela morago ga X_t ka boyone mo nakong e e fetileng.

Palogare e e sa emang (Moving average)

Mokgwa wa dipalo wa go dira X_t o o ikaegileng ka tebelelo le temogo ya dipphoso tsa nako e e fetileng, jaaka a_{t-1} .

Tiragatso ya boikgolaganyo (Auto Correlation Function - ACF)

Tlhaloso ya dipalopalo e e supang kamano magareng ga tshekatsheko ya X_t le X_k . Sekao: Fa tshekatsheko ya tatelano ya nako ya X_t e kgaogane ka nako ya $t-k$.

Dickey-Fuller e e baakantsweng (ADF)

Teko ya dipalopalo ya botlhokwa go bona gore a tatelano/metselaetsele ya nako ya X_t e na le modi wa yuniti.

Tlhaloso e nngwe ya ditshupiso tse dipotlana tsa maina a a rileng le ditlhaka tse di khutshwafaditsweng mo bukeng eno di ka fitlhelwa mo go Cryer and Chan (2008).

Maikaelelo

Maikaelelo a porojeke eno e ne e le go kgobokanya dikwalo tse di tlhamilweng tse di nang le dintlha le dikakanyo tsa go anela dikgang tse di tserweng go tswa mo dithutong tsa bogolo jwa pele tsa silabose ya metselaetsele ya nako.

x

Maitlomo

Maitlomo/maikaelelo a porojeke eno e ne e le:

- go tokafatsa go ithuta ga baithuti ka didiriswa tsa go ruta tse di sa tswang go diriwa;
- go rotloetsa baithuti go nna le seabe ka tsela e e kayang boitlhamelo, le gore maitemogelo a bone a thuto a ka tshegediwa jang fa ba ithuta ka mokgwa o o sa rulaganngwang, o o ikaegileng ka porojeke;
- go fokotsa go sa tlhomamisege le go tlhobaela ka mmojulo mo baithuting ba mo isagweng; le
- go tlhomamisa maitemogelo a baithuti ba ba nang le seabe a a supang diphetogo tsa tlhaloganyo morago ga thulaganyo ya go tlhama go rarabolola bothata jwa go sa tlhomamisege le go ruta ka boleng jwa se se mo teng ga mmojulo.

Maikaelelo

Maikaelelo a porojeke eno e ne e le go:

- kgobokanya, rulaganya le go rulaganya dipolelo tse di itlhametsweng tse di kwadilweng ke baithuti go tswa mo karolong ya tatelano ya dinako;
- gatisa kgobokanyo eno ya dipolelo ka ESI Press jaaka bolumo ya semmuso ya dikabelo tsa baithuti;
- go tsenya metswedi eno mo dimoduleng tse di maleba gore baithuti ba e dirise le go e oketsa mo isagweng;
- rotloetsa dipholo tsa porojeke eno kwa dikhonferenseng tsa bosetšhaba; le
- tlhaloganyo, kwala, le go rulaganya maitemogelo a baithuti ba ba nang le seabe mo thulaganyong ya go tlhama go bona temogo mogo senosetsenyeletsang sese kgabaganyang legotlhamamokhosong ya maemo a a kwa godimo ya diyunibesiti mo go tsa dipalopalo.

Mo porojekeng eno, baithuti ba ne ba tlhalosediswa jaana:

xi

Kwala tlhamane ya mafoko a ka nna 1000 (e ka nnang ditsebe di le 1.5 tsa A4). E nne tlhamane ya nako ya go robala e e ka buisetswang morwarrago yo o mmotlana kgotsa ntsalao. Buka e e dirang jaaka sedirisiwa sa thuto se se sa tswang go tlhabololwa le go baakanngwa mo teng ga mmojulo wa tlhatlhobo ya matseno ya metsetseleko ya nako. Kgang ya gago e tshwanetse go nna le moanelwamogolo, yo o bosula, mme e diragale mo lefatsheng la ditlhamane/lefatsheng la boammaruri/kwa nageng/lefelong le o le itlhophelang.

Dilo dingwe tse ke tla di lebelelang (mme o se ka wa letla gore di kgoreletse bokgoni jwa gago jwa go tlhama):

1. *Go na le baanelwa/mafelo a a rileng a a amanang ka tlhamalalo le megopolo ya metsetsele ya nako (sekao, ARIMA ((0,1,0) ke moikepi!);*
2. *Go na le kgolagano ya tlhologo magareng ga tlhamane le diteng tsa khoso ya metsetsele ya nako;*
3. *Kgang e rulagantswe sentle; le*
4. *Kgang eno e felela ka gore go nne le tharabololo e e rileng (sekai: mogale*

o fenyha moloi).

Ga go tlhokege gore o bo o le mokwadi yo mogolo gore o nne le seabe mo tirong eno. O tshwanetse go nna wena, mme o leke go nna le bokgoni jwa go tlhama.

Dintlha dingwe:

O ka kwala tlhamane eno ka puo ya gago, kgotsa ka Seesemane. Fa e le gore o kwadilwe ka puo e e farologaneng le Seesemane, ke tla dira bojotle go bona thanolo e e tshwanetseng ya Seesemane. O gololosegile go romela ditlhamane tse di fetang e le nngwe, mme tsweetswee di romele ka bongwe ka bongwe.

Mokgwa o o neng o latelwa morago ga go amogela ditlhamane tsa baithuti e ne e le go di buisa, go neelana ka maikutlo mo go se se kwadilweng, baakanya dipolelo, o aga le go rulaganya buka e e nang le seabe e seng fela go nna buka ya dipolelo. Buka e e dirang jaaka sedirisiwa sa thuto se se sa tswang go tlhabololwa le go baakanngwa mo teng ga mmojulo wa WST 321/STK 320 (kgotsa go nna mmojulo wa tlhatlhobo ya matseno ya metsetseleko ya nako). Baithuti ba ne ba gololesegile go nna le seabe (go ne go sa patelediwe ope go nna le seabe).

Ba ne ba tshwanetse go dumela ka tlhamalalo gore ditlhamane tsa bone di ka dirisiwa mo dipatlisisong le gore di ka nna tsa gatisiwa. Mo phaposing ya baithuti ba ka nna 300, go ne ga amogelwa dikabelano tse di fetang 30, tse mo go tsone baithuti ba le 23 ba neng ba letla gore tiro ya bone e akarediwe mo bukeng. Bagatise ba ne ba kgaoganya dikwalo tsa bone go nna dikarolo tse pedi tse di farologaneng (Karolo I: Ditlhamane. Karolo II: Ditlhamane –tse e seng tsa boammaruri le Saense e eseng ya boammaruri/Sci-Fi) go ya ka mokgwa o o tlwaelegileng le mo go se go buiwang ka sone mo tirong e e rometsweng, e e tsamaisanang le mefuta e e itsegeng thata ya ditlhamane tse gantsi le tsone di diriwang kgotsa di buisiwang pele ga nako ya go robala.

Tlhotlheletso

Diphelelo tsa porojeke eno e ne e le tse di latelang:

- Baithuti ba na le metswedi e mešwa e e oketsegileng ya tshedimosetso le ya go ithuta.

- Baithuti ba bašwa ba ka lebelela maitemogelo a baithuti ba pele, mme seno se dira gore ba ithute ka tsela e e sa rulaganngwang.
- Diteng tsa khoso di nna botlhokwa ka go dirisa mokgwa wa go tlhama, go rotloetsa maitemogelo a go kgabaganya dithutego mo tikologong ya tshakatsheko tsa saense.
- Mo ngwageng wa boraro wa go ithuta dipalopalo, baithuti ba nna le seabe mo tirong ya go ithuta ka dikgono (go akanya ka tsela ya boitlhamedi) jo bo sa sekasekiweng gantsi mo karolong eno.

Moithuti mongwe le mongwe o na le bokgoni jwa go ithuta jo bo sa tshwaneng le jwa ba bangwe mo phaposing nngwe le nngwe ya borutelo (e le kgolo kgotsa e le nnye). Ka ntlha ya seno, go dirisa mekgwa e e farologaneng ya go ruta go botlhokwa gore go nne le tikologo e e nang le metswedi ya go ithuta. Go ela tlhoko, puo, kgakologelo, le go akanya ka tsela e e kwa godimo ke dikarolo tse nnè (mo go tse thataro) tsa botlhokwa tse di tlhotlheletsang thulaganyo ya go ithuta. Sedirisiwa sengwe le sengwe kgotsa tikologo e e kopanyang dikarolo tseno tsotlhe tse nnè e botlhokwa thata gore motho a nne le maitemogelo a a molemo a go ithuta. Saense ya go bua dikgang tse di molemo e tlhoka dilo tseno tsotlhe tse nnè, fa e se tsotlhe tse thataro.

Dithuto tse di buang ka go anela dikgang mo go tsa saense ya dipalo di amogetse kgatlhego e e rileng sešweng jaana (Albano and Pierri 2017; D'Andrea and Waters 2002; Lashari et al. 2022; Sherwood 2018). Seno se letla baithuti go tlaleletsa go ithuta ga bone mo karolong e e rileng ya kitso ka bokgoni jo bo nonofileng jo ba setseng ba bo bone mo go e nngwe. Setlhogo se se gatisitsweng ke Harvard Business Publishing (Peterson 2017) se ne sa gatelela saense e e leng kwa morago ga go anela dikgang. Setlhogo seno se umaka gore dikhemikale tsa boboko tse di jaaka cortisol (hormone ya go ngamoga pelo, mme mo kgannyeng eno e dira gore motho a kgone go gakologelwa dilo), oxytocin le dopamine di oketsega fa motho a buisa kgang. Dikhemikale tseno tsa boboko di thusa go nonotsha mogopolo, go dira gore motho a nne a tlhomile mogopolo, go laola le go nonotsha maikutlo.

Dipatlisiso di tsepamisitse maikutlo thata mo go diriseng dilo tse di dirisanang le tse dingwe le dikabelo tse e seng tsa mmatotata mo thutong ya pele ga sekontari (Blackburn 2015) le mo thutong ya motheo (Lemonidis le Kaiafa 2019). Babatlisisi bangwe ba lemoga

gore dipolelo tse di itlhametsweng di ka tsosa kgatlhego, tsa fokotsa tlhobaelo, le go rotloetsa go nna le seabe mo thulaganyong ya thuto (D'Andrea le Waters 2002; Lemonidis le Kaiafa 2019). Mo thutong ya maemo a a kwa godimo, go ntse go lebilwe thata dibuka tsa ditshwantsho le metswedi e mengwe ya tshedimosetso ya dijithale (Albano and Pierri 2017; Walters et al. 2018). Karanasiou et al. (2021) ba ne ba batlisisa ka tlhotlheletso ya go anela dipolelo mo dithutong tse di kwa godimo. Mo go se ba se fitlheletseng, go ne ga lemogiwa gore go anela dipolelo ke sedirisiwa se se molemo sa go ruta le go ithuta. Go ne ga fitlhelwa gore se se dira botoka mo baithuting ba ba nang le bokgoni jo bo kwa godimo jwa go gakologelwa. Karanasiou et al. (2021) ba tlhalosa ditlhamane kgotsa go anela dikgang e le tsela ya go tlhaloganya bokao jwa se motho a se tlhaloganyang le maitemogelo a go ithuta.

Bontsi jwa dikabelo tsa baithuti di ka nna le seabe se se botlhokwa le se se nang le bokao mo dibukeng tse di buang ka go anela dikgang jaaka thuto mo go tsa saense ya go sekaseka dilo segolobogolo mo dikhosong tsa maemo a a kwa godimo tsa diyunibesithi tsa dipalopalo. Mo lefatsheng le mo go lone mathata a nnang a raraane thata go ka a rarabolola, dipalopalo e santse e le karolo e e tshosang le e e sa gobeleteng ya saense kwa ntle ga dithuto tsa tshimologo (Kruppa et al. 2021; Lemieux 2020). Kgaatlhego e e tlhomologileng ya go batlisisa dipolelo tse di itlhametsweng mo dithutong tse di kwa godimo tsa dipalopalo tsa baithuti ba pele ba dikirii e ka thusa go bona ditsela tse dingwe (tse di seng thata) tsa go ruta le go ithuta. Mo patlisisong eno go buiwa thata ka kgang ya go anela e le tsela e e nang le bokao ya go tlotla ka dipalo. E letla barutabana (batlhatlheledi) le baithuti go abelana kitso e e seng ya tlwaelo ka tsela e e tshwanang le e e farologaneng le go rotloetsa go ithuta ga balekane.

Johan Ferreira le Seite Makgai, 2023

Ditshupiso

Albano, G. and Pierri, A. 2017. Digital storytelling in mathematics: a competence-based methodology. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 8(2): 301–312.

Blackburn, G. 2015. Effectiveness of eLearning in statistics: Pictures and stories. *E-Learning and Digital Media*, 12(5–6): 459–480.

Cryer, J.D. and Chan, K-S. 2008. Time series regression models. In: *Time series analysis: with applications in R*. 2nd Edition. Springer: New York, NY. pp. 249–276.

D’Andrea, L. and Waters, C. 2002. *Teaching statistics using short stories: Reducing anxiety and changing attitudes*. Paper presented at the Sixth International Conference on Teaching Statistics, Cape Town, South Africa, July 2002.

xvi

Karanasiou, K., Drosos, C., Tseles, D., Piromalis, D. and Tsotsolas, N. 2021. Digital storytelling as a teaching method in adult education – The correlation between its effectiveness and working memory. *European Journal of Education Studies*, 8(12): 288–298.

Kruppa, J., Rohmann, J., Herrmann, C., Sieg, M., Rubarth, K. and Piper, S. 2021. What statistics instructors need to know about concept acquisition to make statistics stick. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 18(2): 2.

Lashari, T.A., Sajid, U. and Lashari, S.A. 2022. The effective use of digital storytelling and flipped classroom instructional approach to improve science subjects. *International Journal of Instruction*, 15(4): 221–232.

Lemieux, C. 2020. The use of story-based tasks in post-secondary students’ learning of statistics. Unpublished PhD thesis, University of Calgary, Canada.

Lemonidis, C. and Kaiafa, I. 2019. The effect of using storytelling strategy on students’ performance in fractions. *Journal of Education and Learning*, 8(2): 165–175.

Peterson, L. 2017. The science behind the art of storytelling. Harvard Business Publishing. [Online]. Available at: <https://www.harvardbusiness.org/the-science-behind-the-art-of-storytelling/>.

Sherwood, C.W. 2018. Storytelling and teaching statistics. In M.A. Sorto, A. White, and L. Guyot, (Eds.), *Looking back, looking forward. Proceedings of the Tenth International Conference on Teaching Statistics*. Voorburg: International Statistical Institute. [Online]. Available at: http://iase-web.org/Conference_Proceedings.php.

xvii

Walters, L., Green, M., Goldsby, D. and Parker, D. 2018. Digital storytelling as a problem-solving strategy in mathematics teacher education: How making a math-eo engages and excites 21st century students. *International Journal of Technology in Education and Science*, 2(1): 1–16.

Ditebogo

ESI Press (Andrea du Toit & Carika Middelberg)
Babatlisisi
Scholarship of Teaching and Learning Grant, University of Pretoria,
2022
Motshwantshi
Setlhopha sa baranodi
The Centre of Excellence in Mathematical and Statistical Sciences,
Yunibesiti ya Witwatersrand



KAROLO 1

I

Ka ga barulaganyi

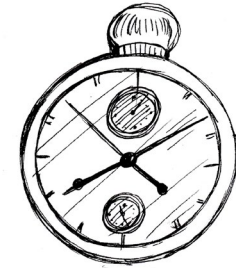
xviii

Johan Ferreira ke porofesa yo o thusang mo Lefapheng la Dipalopalo, kwa Yunibesithing ya Witwatersrand, mo Afrika Borwa. Gape ke Molokaganyi wa Lefelo la go Tsepamisa Mogopolo la Bana (junior Focus Area) la Tiori ya Dipalopalo le Lefelo le le tsepameng la Tiriso ya Dipalopalo tsa Tiriso ya Lefelo la Botswana (Applied Statistics focus area of the Centre of Excellence) mo go Matlhale a Dipalo le Dipalopalo (Mathematical and Statistical Science), e e kwa Yunibesithing ya Witwatersrand kwa Johannesburg. Ke moithuti wa ASLP 4.1/4.2 wa Future Africa mme ka 2016, o ne a supiwana jaaka mongwe wa MaAforika Borwa a a kwa godimo a le 200 a a ka fa tlase ga dingwaga di le 35 ke lekwalodikgang la Mail & Guardian mo setlhopheng sa Thuto.

Seite Makgai ke mmadi wa dipalo le motlhatlheledi wa maemo a a kwa godimo mo Lefapheng la Dipalopalo kwa Yunibesithing ya Pretoria. Dithuto tsa gagwe di akaretsa BSc in Actuarial and Financial Management Sciences, BSc (Hons) le MSc in Mathematical Statistics. Ka 2020, o ne a fetsa PhD ya gagwe ya Mathematical Statistics kwa Yunibesithing ya Pretoria, ka dipampiri tse di neng di bua thata ka dipatlisiso tsa motheo.



Ditlhamane tsa
motseletsele wa nako



Stationaryville le bakaulengwe ba babedi

Ka Lebogang Malebati

Bogologolo tala, kwa nageng nngwe e e kgakala e e neng e bidiwa Stationaryville, go ne go nna bakaulengwe ba babedi. Ba ne ba bidiwa AR(1) le AR(2) mme e ne e le karolo ya lelapa le le itsegeng thata la boikgogelo morago (Autoregressive); lelapa le le neng le ikgantsha ka go nna le le sa fetogeng le kwa Stationaryville. Lelapa la bone le lone le ne le rata go bua dilo fela jaaka di ntse.

AR(1) e ne e le mogolowe AR(2). Bakaulengwe ba ne ba ratana thata e bile ba tlhokomelana ka dinako tsotlhe. Ba ne ba dira sengwe le sengwe mmogo. Ba ne ba tshameka mmogo, ba tshega mmogo, ba ja mmogo, e bile e ne e le ditsala tse dikgolo.

Ka letsatsi lengwe mogolowe, AR(1), o ne a botsa monnawe yo mmotlana gore a o batla go tsamaya le ene mo loetong lwa Metsesele ya Nako - Loeto lwa go ralala nako. AR(1) o ne a kopa morwarraagwe yo mmotlana gore a tsamaye le ene mo loetong lo gonne a ne a lemoga gore bobedi jwa bone ba ne ba sa kgone go nna ba sa dire sepe, e leng selo se se neng se sa letlelelwa kwa Stationaryville. E re ka bakaulengwe bano ba ne ba rata go tsaya maeto mmogo mme ba ne ba tlhoka go tsaya loeto lwa go nna ba sa tsamaye, AR(2) o ne a swetsa ka gore o tla tsaya loeto lono lo lo kgatlhisang lwa Time-Series le morwarraagwe.

Ruri loeto lono lo ne lo tla leka bopelokgale le botlhale jwa bone, ka jalo bakaulengwe ba ne ba tlhoka go itlhatlhoba pele ba tsaya loeto lono. Bakaulengwe ba ne ba gakologelwa gore ba ne ba tshwanetse go tlhomamisa gore ka kakaretso, dilo di tsamaya ka tsela e e tlhamaletseng ka gonne e ne e le ba setlhophha sa Autoregressive. Mo godimo ga moo, ba ne ba lemoga gore ba na le maatla a μ . Maatla a μ a bolela gore ba tla nna le boleng jo bo solofetsweng jwa μ . Go sa kgathalesege gore ba dira eng, boleng jo ba bo solofetseng e tla nna μ .

Bakaulengwe ba ba godisitsweng mo lelapeng le le lengwe gantsi ba a tshwana, mme nako dingwe ga ba tshwane. Bakaulengwe bano ba ne ba farologane ka tsela e e tlhomameng ka gonne AR(1) o ne a na le sekgoeletsi se le sengwe, mme AR(2) o ne a na le di le pedi. Le fa go ntse jalo, bakaulengwe bano ba ne ba itse gore ba ka dirisa go sa tshwane ga bone go nonotshana, mme go sa tshwane gono go ne go tla ba thusa mo loetong lwa bone lwa Time-Series. Bakaulengwe ba ne ba itse gore fa ba dirisana mmogo, ba ne ba ka se ka ba kgona go thibiwa.

6 Fa bakaulengwe bano ba ne ba tsaya loeto lwa Time-Series, ba ne ba tsamaya ba ntse ba ema, ba ne ba wela mo lefatsheng la Invertibility (la go sa fetofetoge). Naga ya Invertibility e ne e na le motlhokomedi yo o botlhale yo o neng a sireletsa maatla a yone. A o kgona go fopholetsa gore e ne e le maatla a fe? Go sa fetofetoge.

Bakaulengwe bano ba ne ba bolelela motlhokomedi gore ke ka ntlha ya eng fa ba ne ba le mo loetong lono, mme e re ka motlhokomedi a ne a le botlhale e bile a le pelonomi, o ne a swetsa ka gore a neye bakaulengwe bano maatla a go sa kgone go fetoga.

Motlhokomedi o ne a ba raya a re: "E re ka lo le ba lelapa la Autoregressive, e bile ke bona ka fa bobedi jwa lona lo dirang ka natla ka teng gore lo kgone go tswela ka loeto lwa lona, ke tla lo naya maatla a go sa fetogeng. Mme o ntheitse sentle. Nnang lo le seoposengwe jaaka bakaulengwe mme lo dirise maatla a lona a mašwa ka botlhale. Bakaulengwe ba ne ba leboga motlhokomedi mme ba tswa mo lefatsheng la Invertibility go tswela ka loeto lwa bone lwa Time-Series.



Fa bakaulengwe bano ba ntse ba tswelletse ka loeto lwa bone go ralala nako, ba ne ba fitlha kwa Kgorong ya go Ema. Motho yo o neng a disa kgoro eno le maatla a yone e ne e le moloi yo o bosula yo o neng a bidiwa Station-Nation. Station-Nation e ne e le moloi yo monnye yo o pelotshetlha yo o neng a sa rate go abelana maatla a gagwe le ba bangwe fa e se fela fa maemo a gagwe a kgotsofadiwa.

E ne e le moloi yo o ratang go tlhophha dilo. Moloi yo o ratang go tlhophha dilo e bile go se botlhofo go mo itumedisa.

Station-Nation o ne a utlwalela ka mathata a bakaulengwe ba neng ba na le one, mme a simolola go ba sotla.

"Ke utlwile gore lona ga lo dire tiro ya lona ka metlha. Go tla jang gore lo se ka lwa nna lo sa dire sepe mme lo bo lo nna kwa Stationaryville?" Bakaulengwe ba ne ba itse gore moloi o ne a nepile, mme ba ne ba mmolelela gore ba tla dira sengwe le sengwe se se tlhokegang gore ba se ka ba tsamaya. Moloi o ne a bona go tlhoafala ga bone e le tšhono ya go ba tshwara.

Station-Nation o ne a ba raya a re: "E re ka lo le bana ba motho, mme lo farologane ka ditsela tsa lona, mongwe le mongwe wa lona o na le maatla a a sa tshwaneng le a yo mongwe. O tshwanetse go dirisa maatla ano a a sa tshwaneng le a mangwe go go thusa go nna le maatla a go nna o eme. Fa o ka mpolelela gore ke dirise maatla ano jang, ke tla go naya mpho e o e batlang. Mme ke a itse gore o tla palelwa.

Le fa gone bakaulegwe ba ne ba tshogile, ba ne ba amogela se moloi a neng a ba solofetsa sone, mme ba ne ba gakologelwa se batsadi ba bone ba neng ba ba boleletse sone fa ba ne ba sa ntse ba le bannye: gore boobabedi ba ne ba tshotswe ba na le maatla a a kgethegileng, maatla a a neng a ka dira gore ba se ka ba tsamaya. AR(2), o ne a akanya ka bonako gore ke eng se se ka dirang gore a se ka a tsamaya. O ne a bolelela moloi gore go na le dilo di le tharo tse di ka dirang gore a se ka a kgona go tsamaya.

AR(2) o ne a raya moloi a re, “Fa nka dirisa maatla a ϕ_1 le ϕ_2 , ke tla kgona go nna ke eme. Sa ntlha, ke tlhoka go netefatsa gore $\phi_2 + \phi_1 < 1$. Sa bobedi, ke tlhoka go tlhomamisa gore $\phi_2 + \phi_1 < 1$. Sa bofelo, e ile se le molemo go gaisa, ke gore - $1 < \phi_2 < 1$.”

Moloi o ne a gkgamaditswe ke gore AR(2) o ne a falola teko ya gagwe mme a mo naya maatla a go nna a eme.

Go ne go le thata gore AR(1) a gakologelwe maatla a gagwe, mme ka kgothatso le tshegetso ya morwarraagwe yo mmotlana, o ne a gakologelwa:

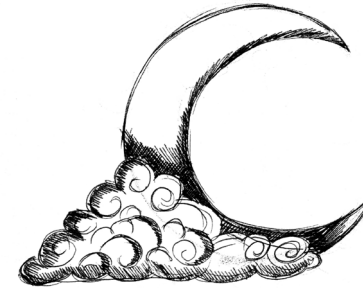
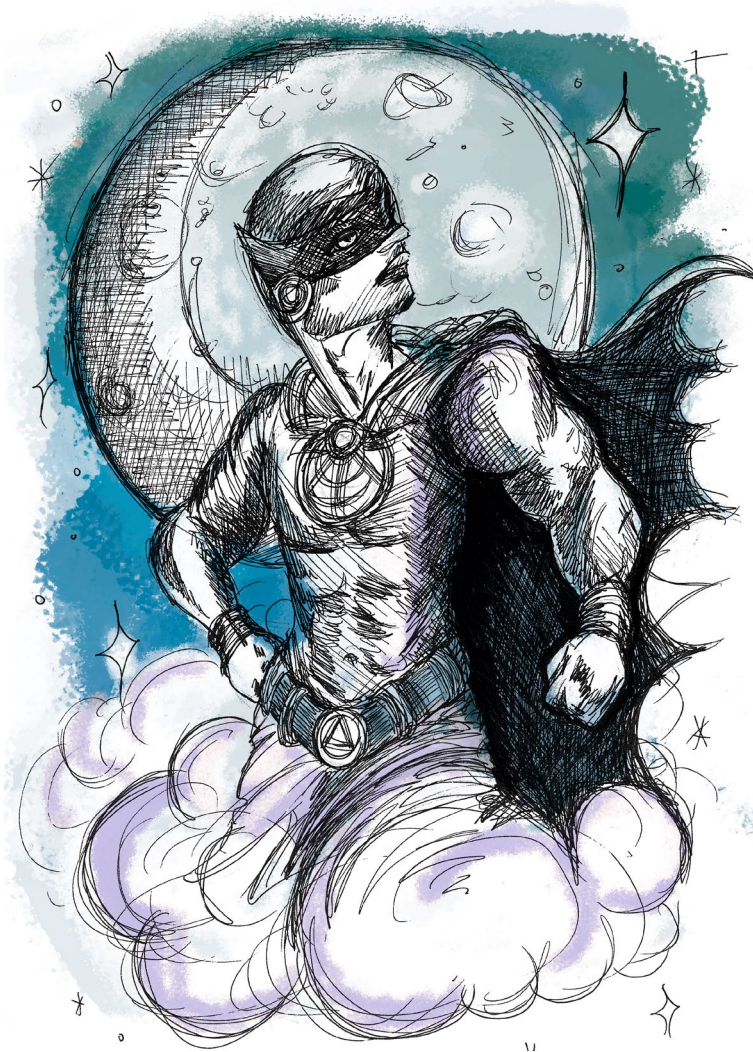
“Aha, wena motsietsi, ke itse maatla a me. Gore ke nne ke eme, ke tlhoka go dirisa maatla a me a ϕ go tlhomamisa gore - $1 < \phi < 1$.”

Moloi o ne a itse gore morwarragwe o ne a nepile, mme ka gonne o ne a patelediwa ke maatla a gagwe go diragatsa tsholofetso ya gagwe, o ne a naya AR (1) maatla a go nna a eme.

Bakaulengwe ba ne ba itumetse thata ka go bo ba fentse moloi mme ba kgonne go bona maatla a go nna ba eme gore ba tswelele ba nna kwa Stationaryville.

Ba ne ba boela gae mme ba nna ba itumetse ka bosakhutleng kwa Stationaryville.





Dikanegelo tsa ga Archibald Rubenstein

Ka Jaydean Botha

Bogologolo tala, mo lošagaripeng lo lo kgakala thata lo lo bidiwang Forcastanation, go ne go nna lekawana lengwe le le bidiwang Archibald Rubenstein. Go ba lelapa la gagwe le ditsala, o ne a itsiwe e le AR. Motshegare, AR e ne e le mosimane yo o tlwaelegileng wa sekolo yo o neng a dira tiro ya gagwe ya sekolo e e direlwang kwa gae mme a tshameka le ditsala tsa gagwe kwa ntle mo segotlong. Motho a ka nna a re o ne a itshunya nko mo dilong tsa batho, kana motho a ka nna a re o ne a sa nnele ruri. Mme mo bosigong joo, AR e ne e se selo se se tlwaelegileng.

AR o ne a fetoga go nna monna yo o lwantshang bonokwane bosigo, a boloka matshelo gongwe le gongwe kwa a yang teng. O ne a kgona go lemoga fa mongwe a le mo kotsing - e ne e le mofuta mongwe wa maatla a a fetang a motho. Ka jalo, o ne a nna a le kelotlhoko, a thantse. O ne a sa tlhole a nna a thantse bosigo fa a simolola go lapa.

Mo bosigong bongwe jo bo rileng, maatla a gagwe a a fetang a tlholego a ne a mo lemotsha gore mongwe o mo kotsing. O ne a itlhaganelela kwa lefelong leo mme a bona monna mongwe yo o neng a sa mo itse a tsamaya a lebile mosetsana mongwe yo o se nang molato yo gongwe a neng a tswa tirong a ya gae. A re re monna yono ke motho

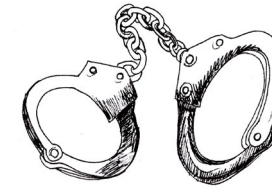
yo o tsamayang ka go itlhaganela. Jaaka ka gale, fa AR a goroga mo lefelong la tiragalo, o ne a sekaseka kotsi le bomasisi jwa boemo. Fa a sena go dira jalo, o ne a lemoga gore monna yono o ne a tsamaya jaaka e kete kgato ya gagwe e e latelang e ne e ka se ka ya bonelwa pele. O ne a tsamaya kgato e le nngwe ka fa molemeng, a bo a boela morago, a bo a ya kwa pele ka dikgato di le pedi, jalo le jalo - a tsamaya jaaka e kete o tagilwe.

Ka bonako fela morago ga moo thekisi e ne ya ema fa thoko ga mosetsana yo o se nang molato. Monna yo a neng a bidiwa Random-Walk o ne a tabogela kwa go ene mme a mo latlhela mo teng ga thekisi. O ne a leka go mo lwantsha ka go mo raga ka dinao le go goa. Ka a ne a se na maatla a a lekaneng o ne a ineela. Random-Walk o ne a tswala kgoro, mme fa thekisi e ne e tloga e tsamaya ka lobelo, AR o ne a tlolela mo godimo ga yone a bo a e tshwara ka thata.

AR o ne a lemoga gore eno e ne e se ntwala e a neng a ka e fenyala le nosi. O ne a tlhoka thuso. Ke mang yo o botoka go ka kopa thuso fa e se tsala e kgolo ya ga AR e bong Martin Arlington, yo o itsegeng e le MA. Fa di kopane mmogo, MA le AR di ne di ka se ka tsa thibelwa. Ba ne ba itsege e le bagaka ba bagolo ba Forecastation. Makwalodikgang mangwe a ne a simolola go ba bitsa batlhabani ba ARMA.

Fa MA a ne a amogela mogala wa ga AR, o ne a tlogela sengwe le sengwe se a neng a tshwaregile ka sone mme a itlhaganelela go ya go namola mosetsana yo o se nang molato. Ka lesego, MA o ne a sa ntse a dutse, a ise a robale. MA o ne a kgona go nna a thantse ka diura di se kae bosigo, mme morago ga moo o ne a robala mme a se ka a tsoga go fitlha mo mosong.

Fa MA a goroga kwa AR a neng a le teng, le ene o ne a tlolela mo godimo ga koloi. Ba ne ba loga leano la se ba neng ba tla se dira mme ba swetsa ka gore ba tsene mo thekising ka fesetere e e neng e le mo go yo mongwe wa bapalami. Bobedi jwa bone ba ne ba tlolela mo teng, MA o ne a lwa le mkgweetsi fa AR ene a ne a itlhaganelela kwa morago ga bene kwa Random-Walk a neng a letile gone. Koloi e ne ya kgabaganya tsela fa MA a ne a leka go laola koloi. Kgabagare, o ne a boa a nna le maatla, mme a kgorometsa mkgweetsi go tswa mo setulong le go tswa ka kgoro. O ne a kgona! O ne a kgona go tsepamisa thekisi.



Ka nako eo, AR o ne a sa ntse a lwa le Random Walk yo o neng a le kwa morago teng ga thekisi. Dikgoro tse di kwa morago tsa thekisi di ne tsa bulega, mme AR o ne a batla a wa fa mosetsana a mo tshwara ka letsogo a bo a mmusetse mo teng ga thekisi. Morago ga gore AR a boe a kgone go itsetsepela gape, o ne a itse se a tshwanetseng go se dira. O ne a raga Random-Walk mo mokwatlang, a mo pateletsa go leba kwa dikgorong tse di kwa morago ga thekisi.

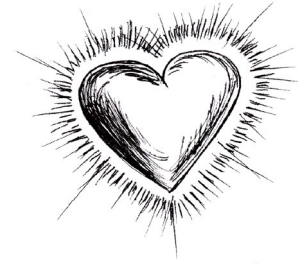
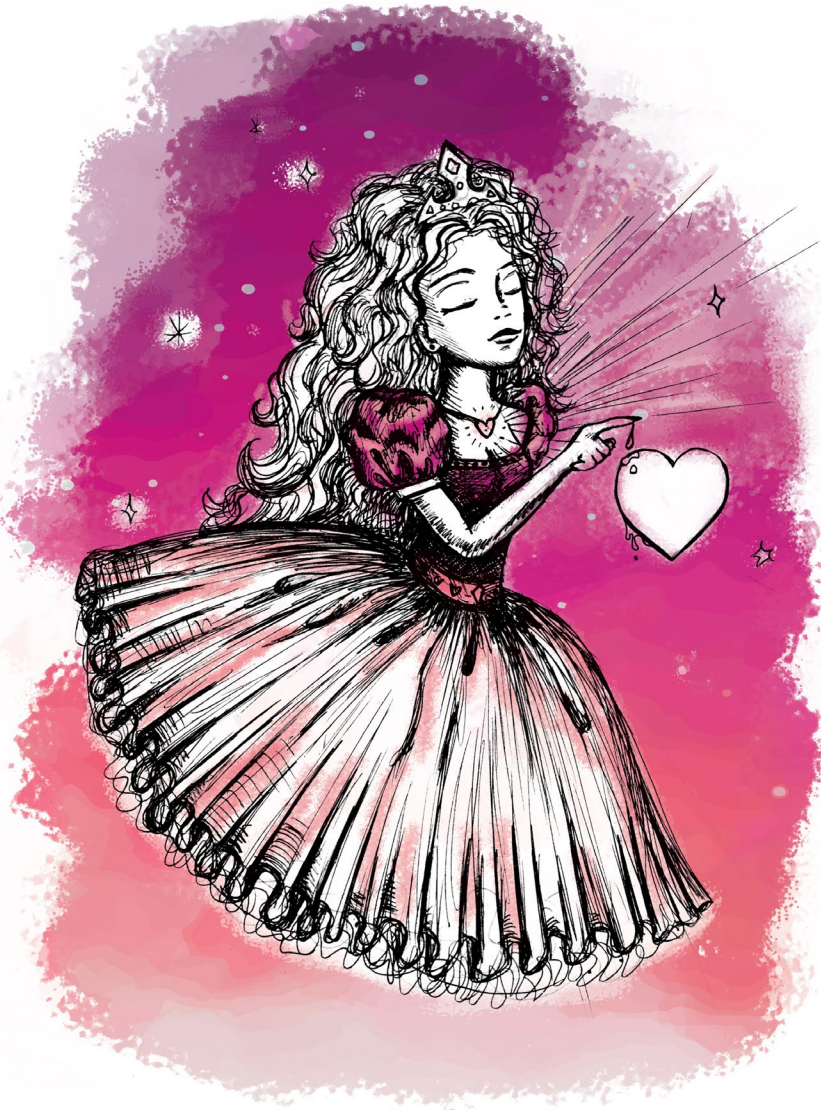
Random Walk o ne a ya kwa pele, a ya kwa molemeng, a ya kwa mojang gabedi mme kgabagare, a ya kwa pele la bofelo a wela mo tseleng.

Mosetsana yo o se nang molato yo o ne a leba AR ka matlho a magolo a a kgolokwe a tletse letshogo. O ne a kgona fela go bua a re: "Ke a lo leboga, baithaopi ba ARMA".

AR le MA ba ne ba busetsa mosetsana kwa legaeng la batsadi ba gagwe. Pele a tswa mo ntlong ya batsadi ba mosetsana, AR o ne a botsa mosetsana leina la gagwe, mme a mmolelela gore ke White Noise, leina le le tshwanelang mosetsana yo o se nang molato.

Malatsi a le mmalwa moragonyana, AR o ne a bona mo dikgannyeng gore Random-Walk le molekane wa gagwe ba ne ba tshwarwa.

AR le MA ba ntse ba tswela pele go lwantsha bonokwane go fitlha le gompieno. Ba itsege e le batlhokomedi ba ARMA, mme ba boloka matshelo a batho ba ba se nang molato. Ba tsenya batho ba ba bosula mo kgolegelong.



Kgosana ya Motsamao wa Letagwa

Ka Mayurie Pandaram

Bogologolo tala, kwa nageng nngwe e e kgakala thata, go ne go na le kgosigadi nngwe e e neng e lora ka go tshela botshelo jo a neng a tla nna motlotlo go bo bitsa jwa gagwe. Rraagwe e ne e le kgosi ya morafe wa Autoregressive (AR), fa mmaagwe e ne e le kgosigadi ya morafe wa Moving Average (MA). Fa batsadi ba gagwe ba ne ba nyalana, ba ne ba dira kgolagano e e nonofileng fa gare ga ditšhaba tse pedi, ba bitsa ditšhaba tseo ka leina le le lengwe: setšhaba sa Autoregressive Moving Averages (ARMA).

Kgosigadi, Esmeralda, e ne e le borogo jo bo kopanyang merafe eno e mebedi mme go ne go lebeletswe gore a buse morafe wa ARMA morago ga batsadi ba gagwe. Le fa go ntse jalo, go ne go na le bothata bongwe jo bonnye mo thulaganyong eo: O ne a se na kgosi e e neng e tla busa le ene fa a nna kgosigadi. Ka jalo, Esmeralda o ne a itsise lefatshe lotlhe gore o ne a tla nyalana le motho fela yo o neng a ka mo tlhomamisetsa gore o na le pelo e e itshekileng.

Batsadi ba gagwe ba ne ba busa naga e mo go yone bophepa jwa pelo bo neng bo lekanngwa ka go bona gore a dipelo tsa batho ba ba neng ba lekiwa di ne di na le modumo o mosweu kana nnyaa. Fa di ne di na le modumo o mosweu, o o neng o itsiwe e le “motsamao wa letagwa” (Drunkard's Walk), di ne di tsewa di se phepa mo pelong.



Jaanong, setšhaba sa ARMA se ne se sa dumalane le setšhaba se sengwe sa Autoregressive Integrated Moving Averages (ARIMA). Fa morafe wa ARMA o ne o le mo kagisong e bile o ngaparetse dingwao tsa bone tsa letsatsi le letsatsi (tse di sa fetogeng), morafe wa ARIMA o ne o rata go leka go bona gore saense e na le mo e felelang teng ka go nna o gatela pele. Setšhaba sa ARMA se ne se dumela gore setšhaba sa ARIMA se ne se katogela kgakala le se e leng sa tlholego ka ntlha ya dilo tsotlhe tse ba di fitlheletseng mo go tsa saense.

Kgosana ya kgang eno, Rohan, o ne a tswa kwa ARIMA. E ne ya re fa a sena go utlwa ka kgolagano ya kgosigadi, o ne a batla go itse.

“Ke tla itshupa jang mo kgosing eno e e nang le pelo e e itshekileng fa ke tswa mo setšhabeng se batsadi ba gagwe ba sa se amogeleng?” o ne a ipotsa.

Rohan o ne a sa itse gore rraagwe e bong Kgosi Salmaan, o ne a lemogile gore morwawe o kgatlhegela go itse ka kgosigadi eno ya moeng. O ne a ikemiseditse go thibela Rohan gore a se ka a bontsha Esmeralda gore ke mang. O ne a dumela gore fa Rohan a ka kopana le kgosigadi eno a bo a e nyala, setšhaba sa ARIMA se ne se tla boga

thata, mme kgatelopele yotlhe ya saense e a neng a e rotloeditse gore e fitlhelelwe mo pusong ya gagwe e ne e tla lebalwa mme e tseelwe sebaka ke go sa kgotsofale. Ka jalo, Kgosi Salmaan o ne a simolola go loga leano la go thibela Rohan gore a se ka a kopana le Esmeralda. Leano la ga Kgosi Salmaan le ne le le bokete thata, mme le le thata go dira gore Rohan a dumele gore Esmeralda ga a kitla a mo nyala, le fa a ka itshupa a le peloephepa.

Ka letsatsi lengwe, Kgosi Salmaan o ne a bitsa Rohan gore a tle kwa ntlong ya gagwe ya segosi go tla go tlotla ka isagwe ya setšhaba sa ARIMA. Rohan o ne a sa itse gore rraagwe o ne a tla mo akantsha ka tsela e e bofitlha gore losika lwa gagwe lo ne lo le kgakala le lwa segosi mme ka jalo, pelo ya gagwe e ne e se phepa.

Kgosi Salmaan o ne a raya Rohan a re: “Morwaaka, mphe buka e e fa godimo e e nang le setlhogo se se reng Diteko tsa Badimo “Ancestral Tests”, a supa mo rakeng ya dibuka e e mo letlhakoreng la gagwe la moja. Rohan o ne a ya kwa rakeng ya dibuka mme a tshwara buka e kgolo eo ka kelotlhoko. “Ke eng seno, Rre?” Rohan o ne a botsa jalo a sena dikakanyo di pe tse di bosula. Buka eno e na le tatelano ya losika lwa segosi, Rohan. Mo maitseboeng ano, lo tla ithuta ka lelapa le le tlhophilweng go etelela batho ba rona pele.

Rohan o ne a simolola go batla go itse mme rraagwe o ne a mo reetsa ka kelotlhoko.

“Bogologolo tala, fa motlha wa Time-Series o ne o simolola, modimo wa dipalo, Johan, o ne a tlhopha losika lo lo itshekileng thata lwa ARIMA go busa setšhaba sa rona. Ba ne ba busa ka thata, ba dira kgatelopele e kgolo mo dilong tsa saense mo dingwageng tse dintsi. Letsatsi lengwe, go ne ga runya ntwaga ya selegae, mme lelapa la segosi le ne la patelesega go tshaba. Go dumelwa gore losika lotlhe lwa segosi lo ne lwa fedisiwa mo bosigong joo jo bo sa lebalesegeng. Mo mosong o o latelang, monna yo o simolotseng ntwaga, rremogoloago, o ne a nna mo setulong sa bogosi sa ARIMA, mme go tloga ka letsatsi leo, lelapa la rona e nnile lone fela le le busang ARIMA.”

“Rre, a o bolela gore lelapa la rona go tswa tshimologong, le ne le ise le nne karolo ya losika lwa segosi? E bile re ne re se bontsalae ba lelapa



la segosi jaaka o ne o mpolelela fa ke ne ke le monnye?" Rohan o ne a botsa jalo, a setse a lemoga sengwe.

"Ee, morwaake", Kgosi Salmaan o ne a araba jalo a phatsima matlho.

Fa Rohan a utlwa seno, o ne a lemoga gore ga a kitla a kgona go bontsha Kgosisigadi Esmeralda gore pelo ya gagwe e itshekile. O ne a ka dira seo jang fa bagologolwane ba gagwe e ne e le batlhasedi?

18

E re ka Rohan a ne a utlwisitswe botlhoko ke dikgang tseno, o ne a tswa ka lobelo mo ntlolong ya segosi ya ga rraagwe mme a ya ka tlamalalo kwa lefelong le le lengwe le a neng a ntse a ikutlwa a le mo go lone ka metlha: ntlwana ya boapeelo ya ntlo ya segosi.

Moapei Ameer, yo o neng a tshwana le rre yo o mo godisitseng wa ga Rohan, o ne a mo fitlhela a nwa galase e telele ya mašwi le kuku e e neng e setse morago ga dijo tsa maitseboa. O ne a botsa Rohan gore bothata e ne e le eng mme Rohan o ne a mmolelela ka go okaoka dilo tse di diragetseng mo diureng di le mmalwa tse di fetileng.

"O a itse," Moapei Ameer o ne a simolola, "dipolelo tse di buiwang ke batho ga di tsamaisane le tse rraago a di boletseng."

"O raya jang, Ameer?"

Ke raya gore, go ya ka rona, losika lwa segosi ga lo a ka lwa fela mo bosigong joo. E re ka rraago a ne a batla go nna ene fela mmusi, go

ne ga bolelwa gore mmaago e bong kgosisigadi, o ne a latlhegetswe ke ngwana mme o ne a newa ngwana wa mosadi yo mongwe gore a mo godise. Pele ga mmaago a tlhokafala, o ne a mpolelela gore ke wena moruaboswa wa mmatota wa setulo sa bogosi sa ARIMA. E seng rraago.

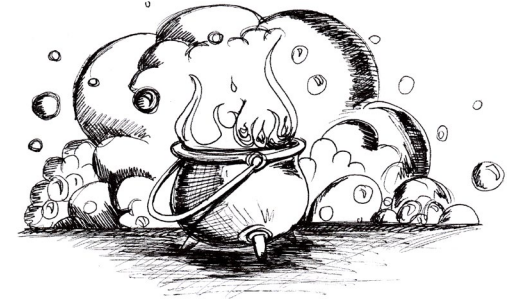
Fa Rohan a utlwa seno, o ne a iphitlhela a le mo mathateng. O ne a ka bontsha Esmeralda jang gore o tshotswe a na le tshwanelo ya go nna kgosi le gore pelo ya gagwe e itshekile? O ne a gakologelwa go tswa mo dithutong tsa gagwe gore tsela e le nngwe fela ya go bona gore a pelo ya gagwe e itshekile ke ka go dira tlhatlhobo ya DNA (Ljung-Box). Fa e le gore pelo ya gagwe e ne e itshekile, go raya gore mofuta wa madi a gagwe (p-value ya Ljung-Box test statistic) a ne a tla nna kwa tlase thata go feta mofuta wa madi a a tlwaelegileng ($<$ significance level). Moapei Ameer o ne a mo rotloetsa gore a ye kwa dingakeng tse di gaisang tsa setšhaba sa ARMA go ya go dira diteko, gonne go ne go sa babalesega mo go ene kwa setšhabeng sa ARIMA fa fela rraagwe a ne a sa ntse a busa. Rohan o ne a phutha dilwana tsa gagwe mme a tsaya loeto lo lolele go ya kwa nageng ya ARMA, kwa a neng a dira diteko tsa DNA gone a di dirwa ke dingaka tse di molemo go gaisa tsotlhe tse ARMA e neng e na le tsone.

19

Fa dipholo tsa madi di ne di tla, Rohan o ne a se ka a kgona fela go bontsha kgosisigadi Esmeralda gore pelo ya gagwe e itshekile, mme gape o ne a kgona go kokoanya batshegetsitsi ba ba lekaneng gore a boe a tseye maemo a gagwe a a tshwanetseng a go nna kgosi ya ARIMA.

Fa batsadi ba ga Esmeralda ba sena go mo naya setšhaba sa ARMA, Kgosi Rohan le Kgosisigadi Esmeralda ba ne ba dira se batsadi ba ga Esmeralda ba neng ba se dirile: ba ne ba kopanya ditšhaba tsa bone, ba tliša kagiso, lorato, dingwao le kgatelopele ya saense mo bathong botlhe ba ba neng ba ba busa.





Lorato lo lo sokameng ka ga AR (2)

Ka Jwalane Noko

Bogologolo tala, mo motseng mongwe wa SAS go ne go na le Kgosigadi nngwe e ntle thata e e bidiwang Kgosigadi ARMA (1,1). Kgosigadi ARMA (1,1) o ne a rata go tsamaya mo motseng gonne o ne a sa dumele go tlhola a dutse a sa dire sepe, mme le ba lelapa la gagwe ba ne ba sa dumele mo go sa direng. Go ne go le botlhokwa thata gore ka dinako tse dingwe a tsamaye mo motseng. Gape go ne go le botlhokwa thata mo lelapeng la gaabo gore ARMA (1,1) a nyalane le mongwe yo le ene a neng a dumela gore botshelo ga bo a tlhomama.

Mo mosong mongwe o ne a kopana le monna yo montle. Monna yo o ne a ikitsise e le AR (2), morwa wa moloi yo o setlhogo thata yo o bidiwang AR (1), yo o neng a nna mo motseng o o gaufi wa R. Metsana eno e mebedi, SAS le R, e ne e na le mafaratlhatlha a a tshwanang, mme R e ne e tlabologile thata e bile e na le batho ba le bantsi go feta SAS. Basetsana ba le bantsi go tswa kwa metseng e e fa gaufi ba ne ba rata AR (2) mme ba ne ba eletsa gore a ba nyale, ba sa itse gore ke morwa wa moloi yo o neng a itsege ka bosula e bile a le setlhogo.

ARMA (1,1) o ne a dumela go intsha le AR (2) mme ka jalo ba simolola kamano ya bone ya lerato. Kgosigadi e ne ya itsise lelapa la gagwe ka lesogana la gagwe le lentle mme e ne e le kgang fela ya nako pele monna yo mošwa yo a dira teko ya gore go bonwe fa a dumela gore dilo ga di fetoge.

Tlhatlhobo eno e ne ya bidiwa ka leina la rraagwemogolo wa ga ARMA, e bong Rre Dickey-Fuller. AR(2) o ne a dira teko eo mme a senolwa gore ke motho yo o dumelang gore dilo ga di fetoge.

Botsalano jwa bone bo ne ba fela gonne kgosigadi e ne e tlotla ngwao ya bone thata mo e leng gore e ne e sa batle go nna wa ntlha mo lelapeng la gaabo go tlola melao. Kgaogano e, e ne ya utlwa AR botlhoko thata, mme a boela kwa go mmaagwe go ya go kopa kgakololo. Mmaagwe AR (1), o ne a mmolelela ka ngwao ya lelapa la kgosigadi le gore le ene o ne a retelelwa ke go falola teko ya lelapa le (teko ya Dickey-Fuller) dingwaga tse di fetileng fa a ne a batla go nyalala MA(1), kgosana ya nako eo.

Se se ne sa fetola AR (1) go nna moloi yo o se nang pelo, yo o setlhogo le yo o se nang kutlwelobotlhoko. O ne a swetsa ka gore lelapa la gagwe le se ka la itewa ke legadima gabedi. O ne a kopa AR(2) gore a tlise ARMA (1,1) kwa ntlong ya gagwe go tla go ja dijo tsa maitseboa. AR(2) o ne a dumela mme a kopa kgosigadi gore e tle kwa ntlong ya gagwe go tla go ja dlalelo. Moloi o ne a ikaeletse go dira gore ARMA (1,1) a dirise boloi mme a bolaye lelapa lotlhe la segosi ka ntlha ya se ba se dirileng mo go ene le morwawe.

Ka nako ya dilalelo, ARMA (1,1) o ne a gana go ja a re o kgotshe. Moloi o ne a mo gatelela gore a boloke dijo tseo mme a di je fa a tshwerwe ke tlala. ARMA (1,1) o ne a tsaya lebokoso la dijo fa a ya gae mme a le boloka go fitlha mo mosong. O ne a thanya a utlwa dikgang tsa gore mosetsana yo o dirang mo ntlong o ne a ja dijo tseo mme moragonyana a leka go bolaya kgosi le kgosigadi ka tshaka ya segosi e e bidiwang LAG. Kgosi e ne ya isiwa kwa bookelong ka bonako, mme mosetsana o ne a tsenngwa mo seleng ya kgolegelo go fitlha a thusiwa ke ngaka ya setso e e tswang kwa SAS, e e neng ya tlhomamisa gore lekgarebe leno le ne le tsentswe boloi jo bo neng bo ikaeletse go bolaya lelapa lotlhe la segosi.

ARMA (1,1) o ne a lemoga gore modiredi o ne a jele dijo tse a neng a di amogetse kwa ntlong ya ga AR(2) mo bosigong jo bo fetileng. O ne a itsise rraagwe, yo o neng a le mo seemong se se masisi thata, gore mosetsana yo o dirang mo ntlong o ne a tsenwe ke boloi jwa monna yo a neng a mo tlisitse mo ntlong dibeke di se kae tse di fetileng. Go ise



go ye kae morago ga gore kgosi le kgosigadi ba gololwe kwa bookelong mapodise a R le SAS a ne a batla AR(1) le AR(2) mme ba ba fitlhela kwa motsaneng o o gaufi o o bidiwang Excel.

Ba ne ba isiwa kwa ntlong ya segosi mme ba botsolotswa dipotso. Kgosi e ne ya lemoga gore AR(1) ke mang fa a ntse a botsolotswa. O ne a lemoga gore AR(1) e ne e le mosadi yo a neng a tshwanetse go mo nyalala dingwaga tse dintsi tse di fetileng, mme e re ka e ne e le ba losika (mme ene a sa itse), ba ne ba ka se ka ba nyalana gonne ba ne ba tla bo ba dirile boaka. Mme AR (1) o ne a bolelelwa gore a ka se ka a nyalala MA gonne o ne a sa dumele gore dilo di a fetoga.

Kgosi e ne ya tshwara kopano ya lelapa mme ya itsise botlhe gore ba tswa mo lelapeng le le lengwe la segosi la ARIMA. Lelapa le legolo la segosi le le dumelang mo go sa fetogeng; ba ne ba kgaogana fa maloko mangwe a lelapa a ne a fudugela kwa metseng e e farologaneng. Ke ka fa ba neng ba simolola go nna le mekgwa e mešwa ka teng mme ba swetsa ka gore ba tla nna badumedi ba ba sa itshetlegeng mo tumelong ya go fetoga. Mongwe le mongwe yo o neng a nyalala mo lelapeng leo o ne a tshwanelwa ke go dira teko ya Dickey-Fuller go bona gore a ke o dumela mo go sa fetogeng kgotsa nyaa.

Morago ga puisano mo kopanong e, lelapa la ARIMA la badumedi ba ba dumelang mo go fetogeng le ne la amogela moloi le morwawe mo ntlong ya bone ya segosi. ARMA (1,1) o ne a nyalwa ke lekawana le lengwe la mo motseng, mme ba ne ba tshela ka boitumelo go fitlha ba tlhokafala.



Ditiragalo tsa Stationarnian yoo phelang mo lefatsheng le le lešwa gotlhelele

Ka Thato Magano

Time-Series e ne e le mo kgwebong ya go fopholetsa. Toropo eno e ne e le kwa borwabophirima jwa kontinente ya Boradipalopalo, kwa ditirelo tsa tshedimosetso di neng di nna di tshwaragane le go tsenya tshedimosetso go tswa mo dikarolong tsotlhe tsa botshelo. Fa di goroga kwa maemakepeng, di ne di pakiwa sentle di bo di romelwa kwa dikarolong tse di tshwanetseng tsa naga tse di neng di tlhatlhoba tshedimosetso. Selo sa ntlha se gantsi se neng se tlhatlhabiwa e ne e le pharologano le palogare. Fa e le gore di ne di kaya go sa tsamaye, di ne di romelwa kwa Stationarnia, e leng porofense e nnye e e kwa bokone jo bo kgakala e e neng e batla e nyelela ka ntlha ya botsalano jo bo sa itumediseng. Fa go se jalo, sengwe le sengwe se se setseng se ne se romelwa kwa lofelong lo lo sa emang.



Mo tshimologong ya dingwaga tsa bo2000, Stationarnia e ne ya le bana le matshosetsi a magolo. Kwa tshimologong, setlhophha seno se ne se kgaogantswe ka dikarolo tse pedi: Autoregressive (AR) le Moving Average (MA). Batho ba ne ba sa tsalane, mme mongwe le mongwe o ne a itlhaola mo go ba bangwe. Mo letlhakoreng la MA la botshelo, ba ne ba tlhoma mogopolo mo go tlhomeng thulaganyo mme mo thulaganyong e ba ne ba dirisa Auto-Correlation Function (ACF). Ba ne ba na le thulaganyo e e tlhomameng e e neng e ba letla go dira tiro ya bone. Ba ne ba itse gore ba ka ikanya ACF gore e tla ba naya dipholo tse di siameng fa e le gore tshedimosetso e ba e amogetseng e ne e le ya bone.

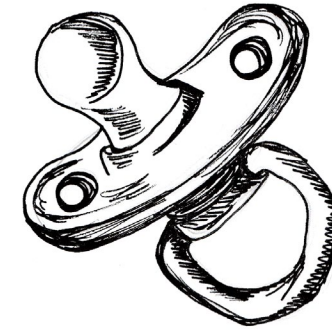
Go kgabaganya legora, go ne go dula setšhaba sa AR. Setšhaba sa AR se ne se itse gore fa se ka nna le mokgwa wa go bala tatelano ya sone, go ne go ka dirisiwa Tiragatso e e Itlhaganetseng ya Karolo (PACF). Setšhaba se ne se na le thulaganyo e e dirang, mme sengwe le sengwe se ne se ntse fela jaaka se tshwanetse.

26

Mo thapameng nngwe, mosetsana mongwe yo mmotlana wa mo-MA yo o neng a na le letlalo le le galalelang, le le borethe le moriri o montsho o o borethe jaaka sei, o ne a kgatlha lekawana le lesesanyane la mo-AR. Go ne go ntse jaaka e kete botshelo jwa monna yo bo ne bo eme tsi! Mme gone, lorato lwa bone lo ne lo sa dumelelwe, e bile ba ne ba sa kgone go akanya gore ba ka nna mmogo. Monna yo o ne a swetsa ka gore go dumedisa mosetsana fela go ne go tla bo go lekane.

Fa nako e ntse e tsamaya, go dumedisana fela go ne ga fetoga letsatsi la go iphokisa phefo le go nna le kamano ya lorato. Sa ntlha go ne ga dumedisana, go tswa foo ga tlamparelanwa, mme morago ga dikgwedi di se kae tsa go ikutswa go go sa itumediseng, lekgarejana la mo-MA le ne la tshola ngwana wa mosimane. Ngwana wa mosimane o ne a itekanetse, mme go ne go se na ope yo o neng a belaela gore e ne e le ngwana wa ARMA. O ne a dira gore e nne sephiri gonne dilo tse dintsi di ne di ka senyega fa batho ba ne ba ka itse ka ga kgang e.

Lekgabebe le ne la godisa ngwana wa lone le le esi, gonne ene le lekawana la AR ba ne ba sa letlelelwa go nna mmogo. O ne a mo godisa ka tsela e e kgatlhisang, mme mosimanyana yo, ka go tlhoka rraagwe o ne a nna ngwana yo o sa laolesegeng yo go neng go se na



ope yo o neng a kgona go dirisana le ene. E re ka a ne a na le dijini tsa mofuta wa AR(p) le MA(q), o ne a sa kgone go dira tiro epe sentle. ACF e ne e tla ntsha dikarabo tse di siameng fela fa e le gore seemo e ne e le MA fela. Dipholo tsa lesele ARMA di ne di dula di fosagetse. Seno se ne sa ngoka kgatlhego ya batho ba bantsi gonne go ne go ise go nne le motho ope yo o neng a kile a nna le bothata ba go se bone dipholo tse di siameng.

27

Batho ba ne ba simolola go botsa dipotso: Mosimanyana yo, ke mang, mme o tswa kae? Ba ne ba simolola go belaela fa ba ne ba botsa mmaagwe ka kgang ya gore ngwana ke wa ga mang, mme a gana go araba. Se se ne sa dira gore batho ba se ka ba phuthologa. Dikgang tse di ne tsa anama ka bonako, mme maloko a AR a ne a utlwela ka mosimane yo. E re ka a ne a akanya gore gongwe mogolodi o ne o isitse ngwana kwa ntlong e e seng yone, mookamedi wa Autoregression o ne a kopana le mookamedi wa MA gore ngwana a dirise PACF go sekaseka tshedimosetso. Dipholo di ne tsa nna di fosagetse.

Go ne ga dumanwa gore mosimane a lelekwe mmogo le mmaagwe. Le fa mosetsana yo a ne a latlhegetswe ke sengwe le sengwe, o ne a sa ikwatlhaele sepe e bile o ne a rata morwaawe. O ne a gola go nna lekawana le le tletseng bogale. O ne a tenwa ke go bo a sa kgone go dira tiro le fa e le e e botlhofo. O ne a galefetse batho ba motse ka go bo ba lelekile mmaagwe.

Ka letsatsi lengwe le le mogote, fa mosimane yo a ntse a batla dijo, o ne a iphitlhela mo nageng ya Non-Stationarnia. Modisa wa pabalesego o ne a mo fitlhela kwa ntle ga bodirelo ba Tentative Models. E re ka a ne a sa itse gore ga se karolo ya Non-Stationarnia, modisa wa tshireletso o ne a mo omanya ka go bo a ne a le thari kwa tirong mme a mmolelela gore a itlhaganele. O ne a fiwa leina le le mo tlhaolang: ARIMA.

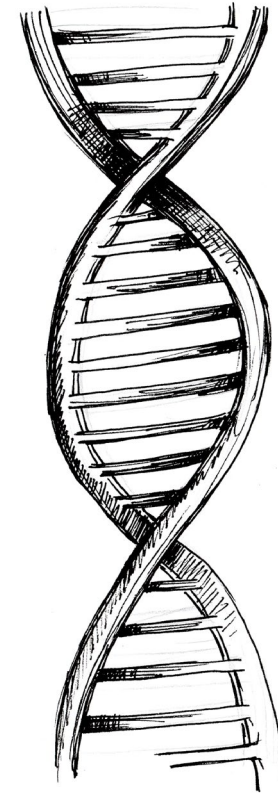
O ne a batla go tsamaya, mme o ne a lemoga gore o ne a ka se latlhegelwe ke sepe ka go nna kwa Non-Stationarnia, legae le le lengwe fela le a kileng a le itse. O ne a abelwa go dira mo karolong ya tiriso e e atolositsweng ya tsamaiso ya ditshupiso (Extended Sample Auto-Correlation Function) kwa madirelong, koo a neng a dira sentle thata.

O ne a ya gae go ya go bolelela mmaagwe gore o bone lefelo le a ikutlwang e le la gagwe. Mmaagwe o ne a mmolelela gore a nne kelotlhoko gonne e ne e se mongwe wa batho bao.

28

Morago ga dikgwedi di ka nna thataro, ka nako ya fa a ne a ile go ja le ditsala tsa gagwe, a sena go nwa go feta selekanyo, o ne a itlhalosa gore ene ga se wa setšhaba sa moo mme o tswa kwa lefelong le le rileng. Modiri wa mo bareng o ne a mo utlwa mme a itsise botsamaisi. Mo mosong wa letsatsi le le latelang, o ne a bidiwa gore a tle go dirwa diteko tsa DNA, tse di neng tsa tlhomamisa gore o ne a na le selekanyo se se tlhomameng sa palogare le go sa tlhomamang ga sone. Le fa go ntse jalo, e ne e le ka yone nako eo fa boammaaruri jwa gore e ne e le ngwana wa ARMA bo neng jwa itshupa. Tiragalo eno e ne ya tsosa modumo mo nageng yotlhe. Mongwe le mongwe o ne a ipotsa gore go tla jang gore motlelara o o tsepameng, o se ka wa dira sentle mo lefatsheng la one, mme o dire sentle mo go le lengwe.

Go ne ga tsewa tshwetso ya gore e re ka go ne go na le mofuta o mošwa wa dimotlelara tse di emeng, go ne go tla dirisiwa fela mekgwa ya dimotlelara tse di sa emang. Ke ka moo re neng ra nna le dimotlelara tsa ARMA tse di tlhomameng tse di nang le matshwao a dimotlelara tse di sa tlhomamang.



29



Modisa le phiri

Ka Nelis Daniels

Bogologolotala, modisa mongwe yo o godileng le mosadi wa gagwe ba ne ba nna mo motsaneng o monnye o o fa gaufi kwa sekgweng se segolo thata. Leina la modisa e ne e le Mongameli Abu, mme bana ba motse ba ne ba mmita Rre MA kgotsa MA E seng "ma", jaaka o ne o tle o bitse mmè wa gago ka dinako tse dingwe, mme "em ay". Mosadi wa gagwe o ne a bidiwa Arivukile Abu fela MA o ne a bitsa mosadi wa gagwe Ari. MA o ne a rata dilo tse tharo thata: mosadi wa gagwe, digwete le dinku tsa gagwe. O ne a sa tshwenyega ka dilo tse dingwe tsotlhe e bile a sa galefisiwe kgotsa go galefela sepe bonolo.

MA o ne a latela thulaganyo ya gagwe ya letsatsi le letsatsi ka boikanyego. Go tsoga mo mosong ka 5:30, go tlišetsa Ari difitlholo ka 6:00: mae a mararo a a bedisitsweng thata le lengathwana la senkgwe se se besitsweng. Morago ga difitlholo, o ne a dumedisana nngwe le nngwe ya dinku tsa gagwe tse 100 tse di boboa, a nosetsa digwete tsa gagwe, a robala go se kae thapama, mme a bo a ja le mosadi wa gagwe ka letlatlana ka 7:30. O ne a itshedisa ka dilo tsa gagwe mme a tshela botshelo jo bo ritibetseng, jo bo nang le kagiso. Le fa go ntse jalo, go ne go na le sengwe se se neng se mo tshwenya thata. O ne a tlala bogale fa a akanya ka gone, mme ka dinako tse dingwe, mo malatsing a a neng a galefile thata, o ne o kgona go bona mosi o o pududu o tswa mo ditsebeng tsa gagwe tse di tletseng moriri. Mmaba

yo mogolo wa ga MA e le bokoa jwa gagwe le selo se a neng a se tlhoile thata mo lefatsheng, e bong phiri e kgolo e pududu e e neng e nna mo sekgweng.

Phiri e, e ne e le kgolo thata e bile e le bosula mo e leng gore baagi ba motse ba ne ba e bitsa Arma. Go bua leina la phiri fela go ne go dira gore le baagi ba ba pelokgale ba motse ba tshoge. Phiri eo e ne ya tewa leina la Arma gonne mongwe mo motseng o kile a ikana gore o kile a bona phiri e gagolaka letsogo la motho. Monna yo o ne a goa a re, "Lebogo la me, Ahhhh!" Go tloga ka letsatsi leo, mongwe le mongwe o ne a itse ka ga phiri Arma. Phiri e ne e sa kgone go bonwa e bile e le boferefere, mme e ne e rata nama ya nku e e monate.

Jaanong, ka letsatsi le le tshwanang le a mangwe, M.A. o ne a tsoga mo mosong ka 5:30 a.m, a tlisetsa Ari difitlholo ka 6:00 a.m. mme a tswa a ya go dumedisa dinku tsa gagwe. O ne a dumedisa nku nngwe le nngwe: 1, 2, 3, ... 98, 99 mme a emisa. Nku ya bo100 e ne e le kae? O ne a bala gape gore a tlhomamisa, mme go ne go tlhaela nku ya bo100. Mosi o ne wa simolola go tswa mo ditsebeng tsa gagwe. E ne e ka nna fela phiri Arma.

32

O ne a ikana ka bogale gore phiri ga e kitla e tlhola e tsaya nku e nngwe gape. O ne a fetsa letsatsi lotlhe a aga lobota lwa maje go dikologa lesaka la dinku tsa gagwe. Lobota lono lo ne lo le bolelele jwa dimetara di le pedi le bophara jwa ditena di le pedi. O ne a ya go robala mo bosigong joo, a ikaetse go falosa nku ya bo 100.

Mo letsatsing le le latelang, fa a bala dinku tsa gagwe, o ne a fitlhela di le 98. Go tlhomamisa, o ne a phimola boroko mo matlhong a gagwe mme a bala gape. Ele ruri, dinku di ne di le 98. Mosadi wa gagwe o ne a ise a tle a mmone a galefile jalo. Matlho a gagwe a ne a bulegile, mme matsogo a gagwe a ne a tsokotsa diatla tsa gagwe ka tsela e e sa laolesegeng. O ne a akanya gore o tla tshwara phiri eo. O ne a lemoga gore lobota lwa maje lo ne lo sa dira mme phiri Arma o ne a sa ntse a kgona go tsena mo lesakeng la dinku. MA o ne a dira ka natla, mme fa letsatsi le wela, lobota lwa maje lo ne lo le kwa godimo go menagane gabedi go feta pele. Jaanong e ne e le bolelele jwa dimetara di le nnè le bophara jwa ditena di le nnè. MA o ne a ya go robala, a kgotsofetse gore lobota lo tla dira tiro ya lone. Ruri, o ne a fentse phiri Arma mo lekgetlhong le.



Mo letsatsing le le latelang, MA o ne a ithaganelela go dira difitlholo tsa ga Ari gore a tle a kgone go ya kwa dinkung tsa gagwe ka bonako mme a bo a bedisa le lee le le lengwe le le neng le le boleta thata go feta ka tlwaelo. O ne a lemoga seo ka yone nako eo, mme Ari go bona modisa wa gagwe yo a mo ratang a tlhakatlhakane jalo go ne ga mo utlwiswa botlhoko thata - e le ka ntlha ya phiri e e bosula. O ne a rata tsela e a neng a ritibetse ka yone mme o ne a sa kgone go itshoka fa mmona wa gagwe a tshwenyegile jalo. MA o ne a bala dinku tsa gagwe ka kelotlhoko mme ditsebe tsa gagwe tsa batla di thunya fa a ne a ema mo go 97. "E seng gape." Tlhogo ya gagwe e ne e sa bonale mo lerung le le pududu la mosi o o neng o tswa mo ditsebeng tsa gagwe.

33

O ne a ise a ke a galefe thata jaana mo botshelong jwa gagwe jotlhe. Ari o ne a bona bogale jwa gagwe mme a swetsa ka gore a mo thuse go fedisa phiri eno e e bosula gotlhelele. O ne a lemoga gore dipota tsa ditena ga di kitla di thusa; ba ne ba tla tshwanelwa ke go tlhasela. O ne a bolelela MA gore o tshwanetse go etela kgaitسادie kwa motseng o o fa gaufi, mme o ne a kgweetsa koloi ya bone e nnye go ya kwa boemafofaneng jo bo fa godimo ga thabana. O ne a fofa mo godimo ga dithaba le lewatle go fitlha a kotama mo Aforikaborwa e e tletseng lerole a le mo morerong wa go batla sebetsa sa go fenya phiri Arma.

Malatsi a le mararo morago ga moo, MA o ne a sa ntse a galefile. O ne a tsentse dikhamera go dikologa lesaka la dinku tsa gagwe a bo a reka le setulo sa go nna mo go lone gore a tle a nne kwa ntle a sireletse dinku tsa gagwe fa Arma a ka boa.

Ga nna bosigo, mme a nna fa kgorong ya ntlo. Go ne go na le ngwedi o o tletseng bosigo joo. Phefo e ne e tsubutla mo dikaleng tse di kwa tlase kwa ntlheng ya sekgwa. MA o ne a ikutlwa a tshogile, mme a na le badiri ba gagwe ba ba ikanyegang gore ba mo sireletse. O ne a setse a tshwarwa ke boroko fa a ne a bona moriti o o neng o le montsho go feta e mengwe mme o bopegile ka tsela e e sa tlwaelegang. Moriti o ne o tsamaya. Go ne ga tlhaga maroo a maputswa, ditsebe tse dikgolo tse di motsu le matlho a mahibidu a a phatsimang. E ne e le phiri Arma. O ne a goa a bo a itaya thobane ya gagwe, mme Arma o ne a atamela gaufi le ene. O ne a lebega a sa boife sepe, e bile a le boikgogomoso.

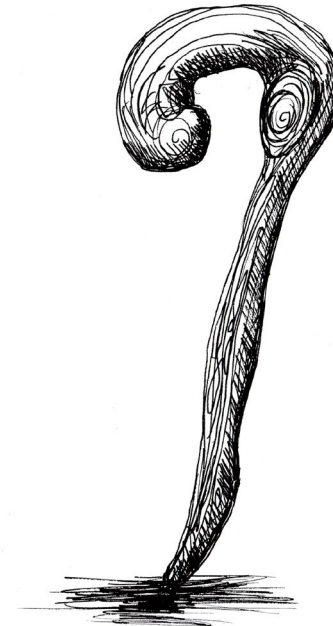
Fa Arma a ntse a atamela, dimetara di le lesome, di le tlhano, di le tharo, di le pedi... Arma o ne a le gaufi thata mo e leng gore MA o ne a ka kgona go mo tshwara. MA o ne a batla a idibala, mme o ne a ema a tsepame, go sireletsa dinku tsa gagwe. Arma o ne a ikaeletse go tlhasela. Matlho a gagwe a ne a bulega ka ntlha ya poifo fa a bona MA O ne a tlola, a retologa ka bonako, mme a tsena mo sekgweng, a tsentse mogatla mo maotong. Go tswa kwa morago ga ntlo, go ne ga tlhaga moriti o mogolo le go feta. O ne o le mogolo thata mo e leng gore ka motsotswana fela, MA o ne a sa kgone go bona ngwedi. Moriti le one o ne o na le maroo le ditsebe tse di motsu, mme o ne o na le matlho a a serolwana - matlho a a neng a bone poifo mme a itse gore a ka e laola jang. Gape e ne e na le kholoro mo molaleng wa yone. E ne e le eng?

“Ke tau.” Ari o ne a bua a le ka fa morago ga moriti wa gouta, o jaanong o neng o rapame mo mpeng ya yone, e ntse e latswa menwana ya yone e megolo.” E tswa kwa Aforikaborwa e e nang le letsatsi.”

Fa letsatsi le ntse le tlhaba ka iketlo kwa botlhaba, Ari o ne a tlhalosa gore o adimile tau e kgolo eno kwa serapeng sa dipholologo kwa Aforikaborwa gore e tshose phiri Arma. MA o ne a kgona go bona tau sentle jaanong, mme o ne a gakgametse tota. Molomo wa gagwe o ne o bulegile mme a lebala go o tswala.

Tau eno e ne e na le moetse o mokima o o borokwa jo bo tseneletseng, mmele o o borethe, o o nang le mesifa, le mogatla o moleele o o mmala wa gouta o o nang le boboa jo bo borokwa kwa bofelong. Le fa go ntse jalo, matlho a yone a ne a kaya botsalano. Ari o ne a bolela gore o ne a bone le dinku tse di neng di nyeletse kwa morago ga polasa. Di ne di ile tsa ya go fula bojang jo bo botshe, ka jalo di ne di siame.

Dilo tsotlhe di ne tsa boela sekeng. MA o ne a buseditse dinku tsa gagwe tsotlhe tse 100 kwa di neng di tshwanetse go nna gone, mme ka ntlha ya mosadi wa gagwe yo o botlhale, o ne a sa tlhole a galefile. Phiri Arma, ga a ka a boa gape. Go reng a ne a ka dira jalo, fa tau e kgolo e ne e ntse e disitse kwa morago ga ntlo ya bone?





Phiri le bana ba bararo

E theilwe mo bukeng ya "The Wolf and Seven Kids" e e kwadilweng ke Bakaulengwe ba ga Grimm

Ka Tiffany Harzon

Go kile ga bo go le podi e e godileng e e neng e na le dipotsane tse tharo: ARman, ARon le MArgret. Moso mongwe podi e e tsofetseng e ne ya swetsa ka gore e ye go kokoanya dijo mo sekgweng, ka jalo, e ne ya bitsa bana ba yone mme ya re: "Bana ba me, ke ya go re kokoanyetsa dijo. Elang tlhoko phiri, ka gonne fa lo ka e letlelela go tsena, e tla lo ja lotlhe ka nako ya difitlholo."

Re tla itse jang gore ke phiri, Mmè?" Ga botsa ARman. "O tla leka go ikgakanya, mme o tla itse gore ke ene ka lentswe la gagwe le le magwaša, le le sa tlhomamang le maoto a gagwe a mantsho, jaaka a diphiri tse di tlhagileng pele ga gagwe."

"O se ka wa tshwenyega, Mmè", bana ba ne ba araba jalo. "Re tla tlhokomelana." Mmè wa dipodi o ne a goa mme a ya kwa sekgweng.

Go ise go ye kae, mongwe o ne a kokota mo kgorong a goa a re, "Bula kgoro. Mmaago o fano. Ke le tliseditse dijo."

"Lentswe la gagwe le ne le sa tlhomama. Margret o ne a sebela bomonnawe le bokgaisadie a re: "Ke dumela gore ke phiri."

"Ga re kitla re go bulela kgoro." Ba ne ba araba jalo. "Ga o mmè wa

rona, yo o nang le lentswe le le monate, le le ka ikanngwang. Wena o phiri.”

Morago ga moo phiri e ne ya ya kwa morekising mme ya ithekela mogotšwana wa tswina ya dinotshe. O ne a e nwa yotlhe mme a dira gore lentswe la gagwe le nne le le borethe. Morago ga moo a boa, a kokota mo kgorong ya ntlo, mme a goa a re, "Bulang kgoro. Mmalona o fano. Ke le tliseditse dijo.”

ARon o ne a leba ka fa tlase ga lebati mme a leba bomonnawe gape, "O na le maroo a mantsho, jaaka phiri e e tlileng pele ga gagwe. Ga ke akanye gore ke mmaarona.”

"Ga re kitla re go bulela kgoro," ba araba jalo. "Ga o mmè wa rona. O na le maroo a mantsho fela jaaka moeng wa rona yo o tlileng pele ga gago. Ke wena phiri.”

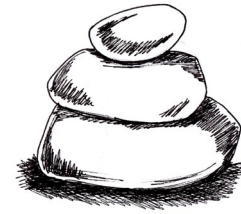
Ka jalo, phiri e ne ya ya kwa go mmesi wa senkgwe mme ya mo kopa kgetse ya bopi. O ne a tsenya maroo a gagwe mo kgetsaneng mme a a ntsha, a le mesweu jaaka kapoko. Morago o ne a boa, a kokota mo kgorong ya ntlo, mme a goa a re "Bulang kgoro. Mmalona o fano. Ke le tliseditse dijo.”

Lentswe la gagwe le ne le le borethe thata, mme maroo a gagwe a le masweu thata. "Ke ka ntlha ya eng e ka se nne mmaarona?" ARman o ne a botsa bomonnawe.

Ba ne ba bula kgoro, mme ka maswabi, e ne e se mmaabone. E ne e le phiri.

Bana ba ne ba tshoga mme ba tshaba go ya go iphitlha. Phiri e ne ya ba fitlhela mme ya ba kometsa botlhe. Phiri e ne ya robala go se kae gaufi le molelo ka gonne e ne e na le mpa e e tletseng e bile e imelwa ke matlho. Fa mmè yo o tsofetseng wa podi a boela gae, o ne a fitlhela phiri e robetse mme a taboga go ya go batla thuso.

Motsomi wa mo lefelong leo, Richard Fuller, o ne a tla go mo thusa. O ne a lebile phiri mme, fa a sena go e tlhatlhoba ka kelotlhoko, o ne a re, "Ke akanya gore bana ba gago ba siame. Ka ntlha ya bopelotshetlha



jwa gagwe, o ba komeditse botlhe.”

Go ne ga dirwa phatlha e nnye mo mpeng ya phiri mme ARman a ntsha tlhogo ya gagwe, a latelwa ke bomonnawe. Ba ne ba tlamparela mmaabone mme ba leboga motsomi ka thuso ya gagwe.

Podi e e tsofetseng e ne ya retologela kwa baneng ba yone mme ya ba raya ya re, "Tsamayang lo ye go batla maje a magolo a lo ka a tlatsang mo mpeng ya ga phiri a sa ntse a robetse.”

Morago ga moo, pele ga phiri e kgona go tsoga, motsomi le dipotsane ba ne ba tsaya maje a le mantsi ka mo ba ka kgonang ka teng mme ba a tsenya mo mpeng ya ga phiri mme podi e e tsofetseng ya mo roka. Ba ne ba emela gore phiri e tsoge. Fa e tsoga, maje ao a ne a dira gore a nyorwe thata, mme ya ya kwa sedibeng go ya go nwa metsi.

Phiri e ne ya utlwa botlhoko thata fa maje a ntse a thunya mo mpeng ya gagwe mme ya goa ya re, "Ke eng se se thunyetsang le go itaagana mo marapong a me?" "Ke ne ke akanya gore ke bana ba le bararo, mme e ne e le maje a magolo fela.”

Fa a ne a ikaega mo sedibeng gore a nwe, o ne a relela mme a wela mo metsing. Maje otlhe a a neng a le mo mpeng ya gagwe a ne a dira gore a palelwe ke go thuma, mme a nwela kwa tlase ka bonya ka bonya. Bana, mmaabone le motsomi ba ne ba itumetse thata. Mmè wa dipodi o ne a retologela kwa baneng ba gagwe mme a re, "Elang tlhoko, banaka. Go lebelela dilo tse di fosagetseng le go se tlhaloganye go ka dira gore motho a tseye ditshwetso tse di sa siamang le go fopholetsa dilo ka tsela e e sa siamang”.



Lefatshe le le lefifi

“Motho yo o bosula go gaisa yo o kileng a bonwa mo lefatsheng.”-

Ka Ewan Botha

Ene e le bosigo jo bo tsididi jwa mariga kwa nageng ya Johanistan, Ekoo dilo di neng di ntse di tswelletse sentle ka masomesome a dingwaga mme go ne go tla tloga go nna le phetogo. Bosula jo bogolo jo bo sa bolong go nna teng ka makgolokgolo a dingwaga bo ne bo iphitlhile mme bo kokoanya maatla mo moriting mme bo ne bo setse bo siametse go itshupa. Kgosigadi ya Lefatshe le le lefifi, kgosigadi Arima le batlhanka ba gagwe ba ba ikanyegang, Rre Non-stationarity le Porofesa Invertible, ba ne ba ntse ba dira le go loga maano bosigo le motshegare go dira gore bagaka ba Johanistan ba nne ba tshwaregile le go iteega tsebe.

Masomesome a dingwaga a a fetileng, kgosigadi Arima o ne a fenngwa ke mogaka wa maemo a a kwa godimo. Batlhanka ba mogaka yo, ba ne ba mo robatsa boroko jo bogolo mme ba mo fitlha mo logageng lo lo lefifi lo go neng go se na ope yo o itseng ka lone. Mogale yo wa maemo a ntlha, o ne a nyelela morago ga go fenngwa ga kgosigadi mme ga a ise a bonwe go tloga ka nako eo. Batho ba le bantsi ba ne ba ipotsa gore go diragetse eng ka ene. Bangwe ba ne ba re o tlhokafetse mo ntweng, fa ba bangwe bone ba ne ba re o tlogetse go nna mogaka. Go ne ga agiwa sefikantswe se se mo tlotlomatsang mo lefelong le a neng a fentse kgosigadi Arima mo go lone.

Mongwe le mongwe o ne a rata bagaka ba kwa Johanistan ba ba neng ba sireletsa batho ba naga eo le go thibela bosula. Bagaka ba bagolo ba Johanistan, e leng batlhokomedi ba lefatshe, e ne e le bagaka ba le banè. Ba le bararo ba bona e le kapotene ARMA, ARman le Mohumagatsana Moving Average. Kapotene ARMA e ne e le mogaka wa bobedi yo o maatla thata e bile e le ngwana wa ga Arman le Mohumagatsana Moving Average, ka go dira jalo a mo naya maatla a bone ka bobedi. ARman o ne a na le maatla a go laola elemente ya phi, mme Mmè wa Palogare e e Tshikinyegang o ne a na le maatla a go laola elemente ya theta. Dikarolo tseno di ne di le maatla thata fa maatla a di neng di a ntsha a ne a nna mo ditekanyong le maemo a a rileng. Fa maatla a dilo tseno a ne a feta selekanyo se se beilweng kgotsa a sa fitlhelele nngwe ya dilo tse di tlhokegang, maatla a tsone a ne a ka se tlhole a nna botlhokwa. Seo se ne se raya gore ba ne ba se kitla ba kgona go dira ditiro tsa bone tsa bopelokgale.

Mongwe le mongwe mo Johanistan o ne a itse gore go na le teko e kgolo e motho a tshwanetseng go e falola pele a ka nna mogaka. Tlhatlhobo eno e ne e bidiwa teko e e dirisediwang go bona ka leitlho la mogopolo popego ya kamano ya tshedimose tso, segolobogolo mo tshekatshekong ya metseletsele ya nako (correlogram). E ne e bontsha ka fa maatla a mogaka a neng a gola ka teng fa nako e ntse e tsamaya le ka fa a neng a amana ka teng le maatla a a neng a na le one mo nakong e e fetileng. Mo nakong eno ya diteko, bagaka ba ne ba lekelelwa ka modumo o mosweu le ka motsamano wa letagwa. Modumo o mosweu e ne e le nonofo e e neng e oketsa maatla a mogaka, ka gonne o ne o thusa go boloka maatla a a neng a a ntsha a le mo ditekanyong tse di tlhokegang. Le fa go ntse jalo, motsamano wa letagwa e ne e le nonofo e e sa siamang e e neng e fokotsa maatla a mogaka, e re ka go ne go na le tlhotlheletso e e tshwanang mo bagaleng le e maatla a ga Rre yo o sa kgarakgatshegeng a neng a na le yone. Rre Non-stationarity o ne a na le maatla a go koafatsa ARman ka go fetola meelwane e maatla a gagwe a neng a tshwanetse go nna mo go yone kgotsa ka go dira gore a se ka a tlhola a nna le maatla. Porofesa Invertible o ne a ithutile go koafatsa maatla a ga Mohumagatsana Moving Average ka tsela e e tshwanang le e Rre Non-stationarity a koafaditseng maatla a ga ARman ka yone.



Fa batlhanka ba babedi ba ga Kgosigadi Arima ba ntse ba kgobokanya maatla a a lekaneng go mo tsosa, mouwane o o lefifi le o o kitlaneng o ne wa simolola go khurumetsa naga yotlhe ya Johanistan. Lefatshe le le Lefifi le ne le setse le simolotse gape. Maatla a ga Kgosigadi Arima e ne e le a ditlhamane. O ne a ka dira gore batho ba mo tseye e le Kapotene ARMA. Gape o ne a tlosa maatla a bagaka mo meelwaneng ya bone a bo a fedisa maemo a maatla a bone.

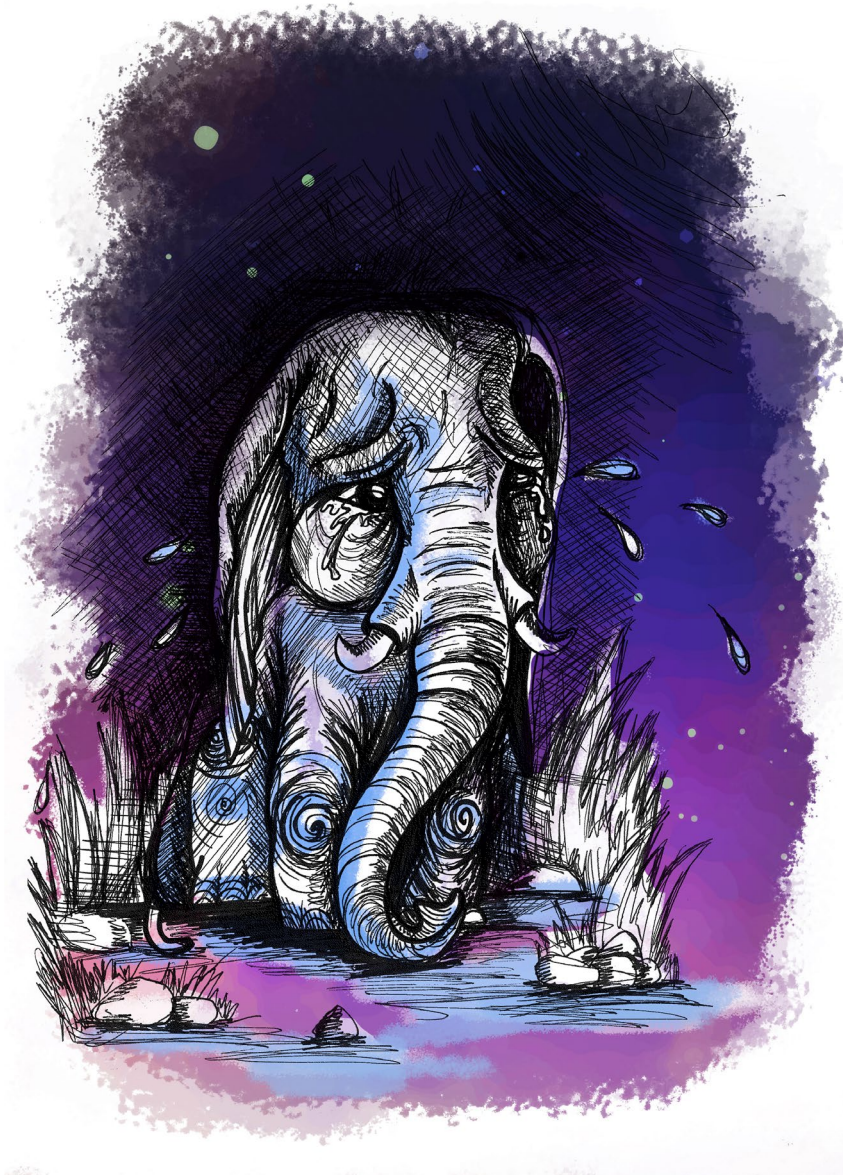
Go tlhagelela ga Kgosigadi Arima go ne ga dira gore bagaka ba tshwenyeg. E re ka ba ne ba sa itse gore ba dire eng, ba ne ba loga leano la ntwa e kgolo e mo go yone ba neng ba tla leka go fenywa Kgosigadi Arima gangwe fela. Kgosigadi Arima le batlhanka ba gagwe le bone ba ne ba ipaakanyetsa ntwa e e neng e tla.

Ka letsatsi la ntwa, bagaka ba bagolo ba ne ba itshepa thata ka bokgoni jwa bone le maatla a bone, mme ka maswabi, ba ne ba nyatsa Kgosigadi Arima le batlhanka ba gagwe. Ka letsatsi leo, bosula bo ne jwa fenywa molemo ka go itaya ka lentswe le le lengwe fela. Batlhokomedi ba lefatshe ba ne ba tshwarwa ba bo ba latlhelwa mo kgolegolong mme ba tlogelwa gore ba tlhokofale. Johanistan e ne e ise e ko e bone letsatsi le le lefifi jaana. Batho ba ne ba boifa mme ba patelesega go amogela puso ya kgosigadi.

Kgosigadi Arima o ne a batla go tlosa sefikantswe sa yo o neng a mo fentse pele. O ne a ya kwa sefikantsweng go ya go se senya, mme mosetsana mongwe yo mmotlana o ne a tabogela kwa go sone, a ntse a lela mme a itshwarelela ka sone gore go se nne le ope yo o neng a ka se senya. Fa kgosigadi e bona seno, e ne ya tshega mme ya laela Porofesa Invertible gore a tlose mosetsana yoo. Fa Porofesa Invertible a ntse a mo atamela, lerothodi la keledi ya mosetsana yo le ne la wela mo sefikantsweng. Seo se ne sa dira gore go nne gontsho ka nakwana. Fa kgosigadi e ne e leka go senya sefikantswe, go ne ga utlwala modumo o mogolo, wa latelwa ke tidimalo.

Mosetsana o ne a leba kwa godimo mme a sa dumele se a se bonang. Mogale wa maemo a a kwa godimo, o ne a mo lebile ka matlho a magolo, seaparo sa gagwe le moriri wa gagwe o moleele di ntse di fokwa ke phefo. O ne a sa amiwa ke maatla a kgosigadi kana a batlhanka ba gagwe, mme o ne a ba fenywa ka bonako ka go dira gore kgosigadi e farologane le bone.

Se se neng sa gakgamatsa botlhe ke gore, Pharologano ya Ntlha e ne ya dira gore kgosigadi e nne mogaka. E re ka bosula bo ne bo lelekilwe mme go na le mogaka yo mongwe gape, Johanistan e ne ya atlega gape.



A o ka kgona go kgabaganya borogo?

Ka Ndango Kutama

Bogologolotala, go kile ga bo go na le motlhape wa ditlou kwa bogosing jwa Ba-Elf.

Ditlou tse, di ne di itsege ka go gakologelwa dilo ka tsela e e kgethegileng mme di ne di fufegelwa ke diphologolo tse dingwe. Ka letsatsi lengwe, fa lesea la ga Kuda le ntse le tshameka motshameko wa go iphitlha le ditlou tse dingwe, le ne la latlhega mme la fitlha kwa lefelong le le bidiwang Molapo wa Time-Series o o itsegeng thata.

Mo letlhakoreng le lengwe la molapo ono go ne go na le diphanda tse dinnye di le tharo, Casey, Salam le Min. Di ne di lelela tsala ya tsone e bong Bunny, yo o neng a tserwe ke kgosi ya Molapo wa Time-Series ka go bo a ne a paletswe ke go rarabolola malepa. Diphanda di ne di itsege ka go nna ditlhong le go ja. Maseanyana ano a diphanda a ne a batla go ya go ja ditlhare tse di farologaneng tsa bamboo. Bothata go ya ka dibuka tsa hisitori ya diphologolo, e ne e le gore go ne go ise go ke go nne le phanda epe e e kileng ya kgabaganya Molapo wa Time-Series, mme madinyana ano a ne a ikemiseditse go nna a ntlha go dira jalo a tlabisa diphanda ditlhong.



Fa Kuda a bona madinyana ano a lela, o ne a a raya a re, "Dumelang, ke a lo dumedisa. Ke nna Kuda. Lona le bomang?" Lentswe la ga Kuda le ne la hupediwa ke selelo se se tshosang sa diphanda. Kuda ga a ka a ineela. Lesea la tlou le ne la swetsa go letsa terompeta go gomotsa masea a diphanda. "Didimala, ngwanaka, o se ka wa bua sepe. Mmè o tlile go go rekela nonyane e e dirang metlae. Mme fa e le gore nonyane eo ya metlae" ga opela Kuda.

Diphanda tse dinnye di ne tsa utlwa terompeta mme tsa emisa go lela. Di ne tsa lebelela di batla go bona moletsi wa terompeta mme tsa bona tlou e nnye e eme gaufi le molelwane wa lengope e ntse e letsa pina ya bana.

Diphanda tse dinnye di ne tsa simolola go opela le tlou e nnye mme fa pina ya bana e fela, di ne tsa goa mmogo.

O itse go letsa terompeta sentle. Ke mang yo o go rutileng go letsa terompeta? Ga botsa Salam. Kuda o ne a araba ka ditlhong mme a re, "Mmè o nthutile".

48

"A o ka nthuta go letsa terompeta?" Ga botsa Casey.

Pele ga Kuda a ka araba, ba ne ba utlwa selelo se se utlwisang botlhoko, se se neng sa dira gore madinyana a diphanda a boele kwa morago go tswa mo losing lwa molapo, se se neng sa dira gore a boele mo botshelong jwa boammaruri.

"O mang?" Ga botsa Min.

Pele ga Kuda a kgona go araba, Casey o ne a mo tsena ganong, "A o ka kgona go kgabaganya borogo? A bogosi jwa lona bo na le bamboo? Le na le mefuta e fe ya bamboo?"

"Ke tlou. Ee, nka kgona go kgabaganya borogo." Kuda o ne a araba jalo ka boikgogomoso.

Bana ba diphanda ba ne ba itumetse tota. Kgabagare ba ne ba kopana le phologolo e e neng e kgabagantse molapo, mme ba dira tsala e ntšhwa. Jaanong ba ne ba ikemiseditse go feta go boloka tsala ya bone

e bong Bunny, le go kgabaganya molapo go tswelera ka loeto lwa bone lwa go ya go bona ditlhare tsa bamboo.

Motse wa Molapo wa Time-Series o ne o busiwa ke Kgosi ARIMA (p,d,q). Molapo ono o ne o na le dilo di le nnè: molelo, metsi, lefatshe le mowa. Gore diphologolo di kgone go kgabaganya molapo, di ne di tshwanetse go rarabolola thamalakane. Thamalakane eno e ne e dirisiwa go tlhaola le go phutha batho ba ba busiwang ke Kgosi ARIMA (p,d,q). Fa diphologolo di sena go kgona go rarabolola thamalakane, di ne di ka kgona go kgabaganya molapo ka nako nngwe le nngwe.

E re ka di ne di batla go bona gore tsala ya tsone e ntšhwa e kgona go dira eng, diphanda tse dinnye di ne tsa kopa Kuda gore a kgabaganye molapo, mme o ne a dira jalo. Kuda o ne a kgabaganya molapo ka metsotswana e se mekae, a tshosa diphanda tse dinnye. Di ne di gagamadiwa ke ka fa go neng go le botlhofo ka teng gore tsala ya tsone e ntšhwa e kgabaganye molapo, mme seo se ne sa dira gore diphanda tse di sa kgoneng go dira sepe di ikemisetse le go feta go kgabaganya. Se di neng tsa kgona go se bona fela e ne e le motshe wa badimo wa bamboo le bamboo e e nang le mebala le dipopego tse di farologaneng. Ba ne ba simolola go rokologa mathe, mme ka maswabi, Kuda o ne a senya nako e ka go bua.

49

"Ke ka ntlha ya eng fa lona ba bararo lo ne lo lela? Go diragetse eng?" Ga botsa Kuda.

Diphanda tsa lebana ka matlho a magolo a a tletseng dikeledi mme tsa supa molapo ka dikgato tsa tsone.

Kuda o ne a tlhakane tlhogo, ka jalo Casey o ne a swetsa ka gore a bolelele Kuda kgang ya bone. Go ne ga simologa fa ba ne ba kopana le noga Lira, yo o neng a ba bolelele ka Bamboo Paradise. Fa ba ne ba kopa Lira gore a tsamaye le bone, Lira o ne a ba kaela tsela mme a se tsamaye le bona.

Fa ba sena go newa ditaelo, ba ne ba tlogelela batlhokomedi ba bone lekwallo mme ba simolola loeto lwa bone. Go ne go se botlhofo gore ba tsamaye gonne ba ne ba tlwaetse go ja le go robala, mme parateise e ne ya nna selo se se ba tlhotlheletsang. Fa ba ntse ba le mo loetong, Foxy, e leng phokojwe, o ne a tsamaya le bone. E re ka a ne a tshwenyegile ka pabalesego ya bone, o ne a ba thusa go feta Pride Lands le Kuvuki Land (lefatshe la diphiri). Morago ga moo, ba ne ba kgaogana. Ba ne ba tshega, ba lela e bile ba utlwa botlhoko.

Sengwe le sengwe se ne sa ema fa ba fitlha kwa molapong, mme Kgosi ARIMA(p,d,q) o ne a ba naya thamalakane e Mmutla a neng a ithaopile go e rarabolola. Fa ba ne ba ka palelwa, Bunny o ne a tla ineela mo kgosing. Sephiri seo e ne e le papiso e e neng e tshwanetse go rarabololwa ka thuso ya buka e e boitshepo go di gaisa tsotlhe mo bogosing, e e neng e kwadilwe ke kgabo e e botlhale go di gaisa tsotlhe e bong Johanesty. Buka eno e ne e na le dintlha tse di neng di ka dirisiwa go rarabolola bothata jo. Ba ne ba dira ka malatsi a le supa le masigo a le supa ba leka go rarabolola thamalakane, mme ka ntlha ya letsapa le le tseeneletseng le go fetola dijo tsa bone, diphanda tse dinnye di ne di sa kgone go thusa Bunny go rarabolola thamalakane.

50

Ka jalo, kgosi e ne ya tsaya Bunny. Fa Casey a sena go anela kgang eno, Kuda o ne a kopa go bona thamalakane le dintlha tse di kwadilweng mo bukeng. Salam o ne a di jele ka ntlha ya go galefa.

Fa Kuda a bona gore ba ne ba sa tlhole ba na le thamalakane eo, o ne a ba kgothaletsa gore ba kope kgosi tsala ya bone, thamalakane e ntšhwa. Kgosi e ne ya ba naya thamalakane, mme Kuda o ne a letlelelwa go ba thusa fa fela ba ne ba ka kgona go e rarabolola pele ga bosigogare. Diphanda di ne tsa wela makgwafo, le fa di ne di tshwenyegile ka nako e e neng e beilwe gonne di ne di sa kgona go dira tiro ya ntlha. Mo nakong eno go ne go farologane; ba ne ba na le Kuda fa thoko ga bone, a tlhoafaleitse go ba thusa go boa ba kopana gape le tsala ya bone le go ba thusa mo loetong lwa bone go ya kwa Bamboo Paradise. Ngwana wa tlou yo o neng a batla go itse o ne a kopa kgosi gore e mo neye dikhopi tse di oketsegileng tsa buka e e boitshepo e ba neng ba e neelwa.

Kuda o ne a bula thamalakane, e e neng e balega jaana: “Tlhome ARIMA e e sa diriseng madi a mantisi (p,d,q) ya thulaganyo e e latelang ya tatelano ya nako ka go tlhomamisa boleng jwa p, d, le q ya tekatekano: $Z_t = Z_{t-1} - 0.25Z_{t-2} + a_t + 0.5a_{t-1}$.”

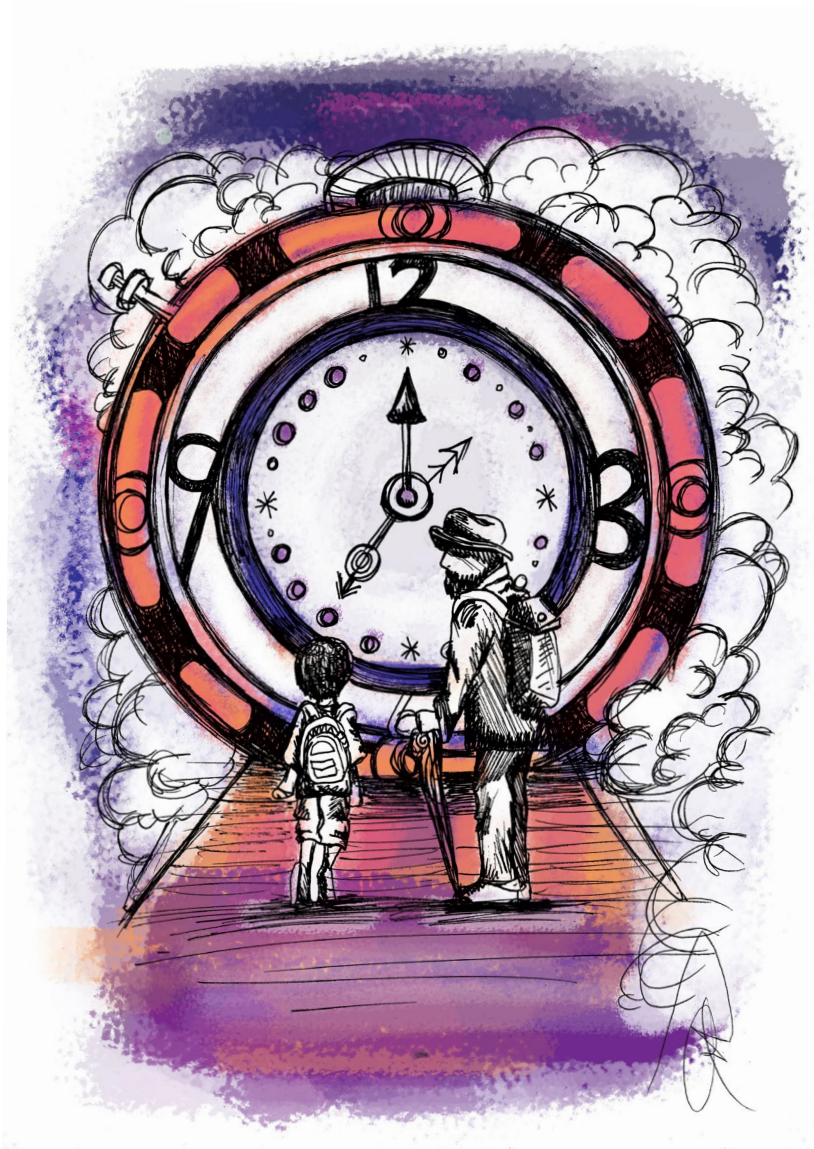
Gape Kuda o ne a lemoga gore go ne go na le mokwalo o o neng o kwadilwe fa thoko ga thamalakane eno. Tlou e nnye e ne ya kopa diphanda tse tharo tse dinnye gore di ye kwa karolong e go buiwang ka yone, e e neng ya tsaya lobaka lo loleele go feta ka fa Kuda a neng a lebeletse ka teng, bogolo jang ka go bo ngwana mongwe le mongwe wa phanda a ne a tshwere khopi ya gagwe. Morago ga diura di se kae, Min o ne a bona karolo e go buiwang ka yone.

Go ya ka karolo e go buiwang ka yone, go bona p, d, le q, ba ne ba tla tshwanelwa ke go tlhatlhoba gore a tekatekano e ba e filweng e na le medi ya yuniti ya d ka go bona pharologano ya ntlha, ka go dira jalo ba rarabolola tekatekano e e supang pharologano ya ntlha go bona gore a e ne e eme kana nnyaa. Fa e ne e eme, e ne e se na modi wa yuniti ya ki wa d, mme fa e ne e se one, go ne go na le e e nang le modi wa yuniti ya d. Gore ba kgone go bona gore a dilo ga di fetoge, ba ne ba tla tshwanelwa ke go bona gore a metswedi ya tharabololo ya tsone e feta e le nngwe ka boleng jo bo feletseng. Fa e le gore di ne di le teng, $\{Z_t\}$ e ne e sa tsamaye. Kuda o ne a setse a itse gore a ka bona jang dipalo tsa p le q, tse go neng go le botlhofo go di lemoga go tswa mo papisong e e neetsweng.

51

Kuda o ne a tlhomamisa gore p=2 le q=1. Bana ba ne ba dira mmogo go bona gore d = 0. Go akanya ka go kopana gape le Bunny go ne ga ba tlhotlheletsa gore ba dirise botlhale jwa bone jo bo sa direng sepe. Ba ne ba swetsa ka gore karabo ya potso eo e ne e le ARIMA (2,0,1).

Kgosi e ne ya neela Johanesty karabo, yo o neng a itsise kgosi gore karabo ya selotlolo e ne e siame. Kgosi e ne ya golola phanda e nnye, mme kgabagare Bunny o ne a kopana gape le mamphorwana a mangwe. Go ne ga ntshiwa taelo mo lefatsheng lotlhe ya gore diphanda tse tharo tse dinnye, di thusitswe ke tlou e nnye, di ne tsa kgona go rarabolola leina la Kgosi ARIMA (p,d,q), yo jaanong a itse geng e le Kgosi ARIMA (2,0,1).



Kgang ya losika lwa dikgosi lwa ARMA

Ka Santino del Fava

Mo lefatsheng le le sa tlwaelegang la Johanistan, go ne go nna batho mo dipoeng ka dilo tse di bidiwang Time-Series Processes. Batho ba ba sa tlwaelegang ba, e ne e le tatelano ya dilo tse di lemogilweng tse di rulagantsweng go ya ka nako e di diragetseng ka yone. Batho ba, ba ne ba kgaogane ka tsela e e farologaneng: ba ne ba sa tsamaye. Ditiragalo tse di sa emeng e ne e le tse di neng di solofetswe le tse di neng di ikaegile ka nako. Ka fa letlhakoreng le lengwe, dithulaganyo tse di sa fetogeng di ne di sa laolwe ke nako. Go ne ga feta makgolokgolo a dingwaga mefuta eno e mebedi ya ditshedi e lwantshana. Mme ke mang yo o ka lebalang go dikaganyediwa ga motse wa Time-Series dingwaga di le masome a mabedi tse di fetileng?

Leloko la segosi la ARMA - e leng ditlogolwana tsa batho ba ba neng ba tshela ka thulaganyo e e sa fetogeng - le ne le busa motse oo o o kileng wa bo o le mogolo. Ka letsatsi lengwe, maatla mangwe a a sa tlwaelegang a ne a simolola go dira mo motseng o, mme a menola bogosi jwa ARMA. Ga go na ope yo o neng a kgona go lemoga tsela e maatla a, a a sa tlwaelegang a dirang ka yona, mme go fitlhela jaanong, a ntse a laola motse o. Bangwe ba re maatla ao a a sa tlwaelegang e ne e le a a sa feleng. Boammaaruri ke gore kgosi, kgosigadi le barwa ba

babedi ba losika lwa segosi lwa ARMA ba ne ba tlositswe mo setulong sa bogosi mme ba bolawa. Rona baagi ba ba ikokobeditseng ba motse o o humanegileng wa balemi wa Autoregressiveville, re eletsa gore dilo di fetoge. Kgang e, e ne e buiwa ke monna wa letagwa.

MA(1) o ne a ema a bo a reetsa monna yo o tagilweng yo fa a ntse a bua a sa akanye. E ne e le lekgetlo la bo100 fa M.A. a ne a dira gore batho ba itumelele dikgang tsa gagwe.

“O ipona o le mokwalahisitori, a ga go jalo, Random Walk?” Ga bua MA(1). Monna wa Motsamai o ne a araba a re, “Bontsha tlotlo, mosimane. Fa motse o mogolo o ne o senngwa, ke ne ke le teng. Mme wena mosimanyana wa dingwaga di le 20, o itse eng? Ke ne ke le moagi yo o neng a ikemetse. Jaanong ntebe, ke motho yo o tlhomolang pelo, yo o sa direng sepe e bile ke modumo o o sa kayeng sepe.”

MA(1) e ne e le lesiela, le le neng la fitlhelwa ke balemirui mme la godisiwa jaaka bone. O ne a na le mathata a le mantsi fa a ntse a gola mme o ne a se na nako ya go leba dilo tse a di dirileng mo nakong e e fetileng gonne o ne a sa bone kamano epe fa gare ga dilo tse a di dirileng le nako e a neng a sa dira sepe ka yone. Letsatsi lengwe o ne a kopana le Monna wa Motsamai, a tagilwe mo mmileng. Batho ba ne ba nwa bojalwa thata mo toropong e. Monna wa Motsamai o ne a roma MA(1) go ya go reka bojalwa, mme botsala jwa bone bo ne jwa simolola jalo.

“Reetsa, mosimane, ga ke tihole ke na le se ke se nwang, mme go na le tlhaelo mo lebenkeleng. Ke utlwile gore monna mogolo Dickey-Fuller o na le mofuta o o kgethegileng wa bojalwa. Tsamaya o ye kwa godimo ga thota mme o ye go bo mphamolela. Re tla bo abelana. Dickey-Fuller... ke motlhalefi. O dira diokobatsi, e seng bojalwa.

“Ke motho yo o batlang go nna moloi.” Ga rialo MA(1). “Ke tlhoka seno sa me gone jaanong. Fa e le gore ga o batle go ya, nka bolelela batsadi ba gago gore o ntse o nwa le nna mo lefifing ka dingwaga di le dintsi jaanong.”

MA(1) o ne a dumela go thusa Monna wa Motsamai. O ne a fitlha kwa ntlong ya ga Dickey Fuller yo o tsosetseng, kwa godimo ga thota. O ne



a kukunela mo teng mme a leka go batla sengwe se a ka se isetsang Monna wa Motsamai. Fa a sena go bona se a neng a se batla, a ya kwa kgorong, o ne a utlwa lentswe le le neng le goa le re, “MA(1), boprofeta bo a diragala.”

MA(1) o ne a retologa mme a bona monnamogolo.

MA(1), yo e leng mongwe wa batho ba ba itsegeng ka go sa dire sepe, setlogolwana sa lelapa la ARMA. “O itse jang gore ke nna mang, monnamogolo? Ntlogele.”

“Wena, mosimane, o tswa mo lotsong lo lo sa fetogeng, lo lo porofetilweng pele ke mogolwane.” Monnamogolo o ne a tswelela ka go re, “O tshela ka kwa ga nako, mme nako e atametse, nako ya go fenywa maatla a a tlaselang motse wa Time-Series, e leng maatla a go ikaeletseng gore o a fenye. O a bona, mosimane, ke feditse dingwaga ke ithuta ka maatla ao. Ke dirile mokgwa wa go lemoga tsela e a dirang dilo ka yone. Ke tla dira ditlhatlhobo go tlhomamisa gore a selo seo ke sa mofuta o o emang fela kgotsa o o sa emeng. Fa e le gore ga e eme, re tla tsaya dipharologano tsa ntlha go e dira gore e eme.” Go rialo Dickey Fuller.

MA(1) o ne a gakgametse. E ne e le mosimane wa mo polaseng, e seng motlhabani. Mme le fa go ntse jalo, o ne a bolelelwa gore ke setlogolwana sa lelapa le le itsegeng thata la ARMA. Dipolelo

tse Monna wa Motsamai a neng a bua ka tsone e ne e se tsa go se tlhaloganye jaaka a ne a akanya kwa tshimologong.

“Wena, mosimane, o morwa wa kgosi ya bofelo ya ARMA, yo o neng a romelwa a sa le ngwana. O ne wa nna khutsana morago ga gore motse o tlhaselwe. Jaanong ke nako ya gago ya gore o boele o laole dilo mme o busetse losika lwa segosi lwa ARMA mo maemong a lone a a tshwanetseng mo gare ga balaodi ba bagolo.”

Kgabagare MA(1) o ne a bua, “Monnamogolo Dickey-Fuller, o itsege o le monna yo o botlhale, mme ke ka ntlha ya seo fela ke go dumelang. Ke tla go thusa go bona tsela ya go fenyha thulaganyo eno e e gakgamatsang e e laolang motse wa Time-Series. Mme sa ntlha, fa e le gore ke morwa kgosi, go tweng ka morwarre?”

“Morwarrago o ne a itsege e le AR(1). E ne e le morwa yo mogolo wa kgosi. Malatsi a le mmalwa pele ga tlhaselo, o ne a nyelela mme ga go na ope yo o kileng a utlwalela ka ene fa e sa le ka nako eo. Fa motse o setse o gapilwe, re ka nna ra simolola go batlisisa ka se se mo diragaletseng.

Bobedi jwa bone ba ne ba ya kwa motseng wa Time-Series. Lefelo leo le ne le aparetswe ke lefifi, mme go ne go na le mowa o o tshwenyang wa go sa nne botsalano. Fa a sena go goroga mo motseng, monnamogolo yo, o ne a simolola tiro ya gagwe. O ne a simolola go tlhaeletsa mafoko a a sa tlwaelegang, mme MA(1) o ne a mo lebile fa a ntse a dira maselamose.

“Ke sekasekile Kgang 3 (tsamaiso) mme ka bona gore boleng -p jwa gago jwa dipalopalo tsa tlhatlhobo ya baithuti ke jo bogolo go feta selekanyo sepe fela se se utlwalang sa botlhokwa. Ga o a ganwa. O na le maatla a a sa itsiweng, o na le modi wa yuniti; ga o a tlhomama. Leina la gago ke ARI (1,1).”

Maatla ao a a sa itsiweng a ne a bua ka lentswe le le bosula. Lentswe la gagwe le ne la utlwiwa, mme o ne a sa tlhole a bonwa ka gonne lefifi la motse le ne le mo fitlhile.

O ne a mpitsa a re, “Ah! O dira sentle, monnamogolo. Mme ga go a lekana.”

Mme maatla a a sa itsiweng a ne a bolaya Dickey-Fuller yo o tsofetseng. MA(1) o ne a leka go namolela monnamogolo, mme go ne go setse go le thari.

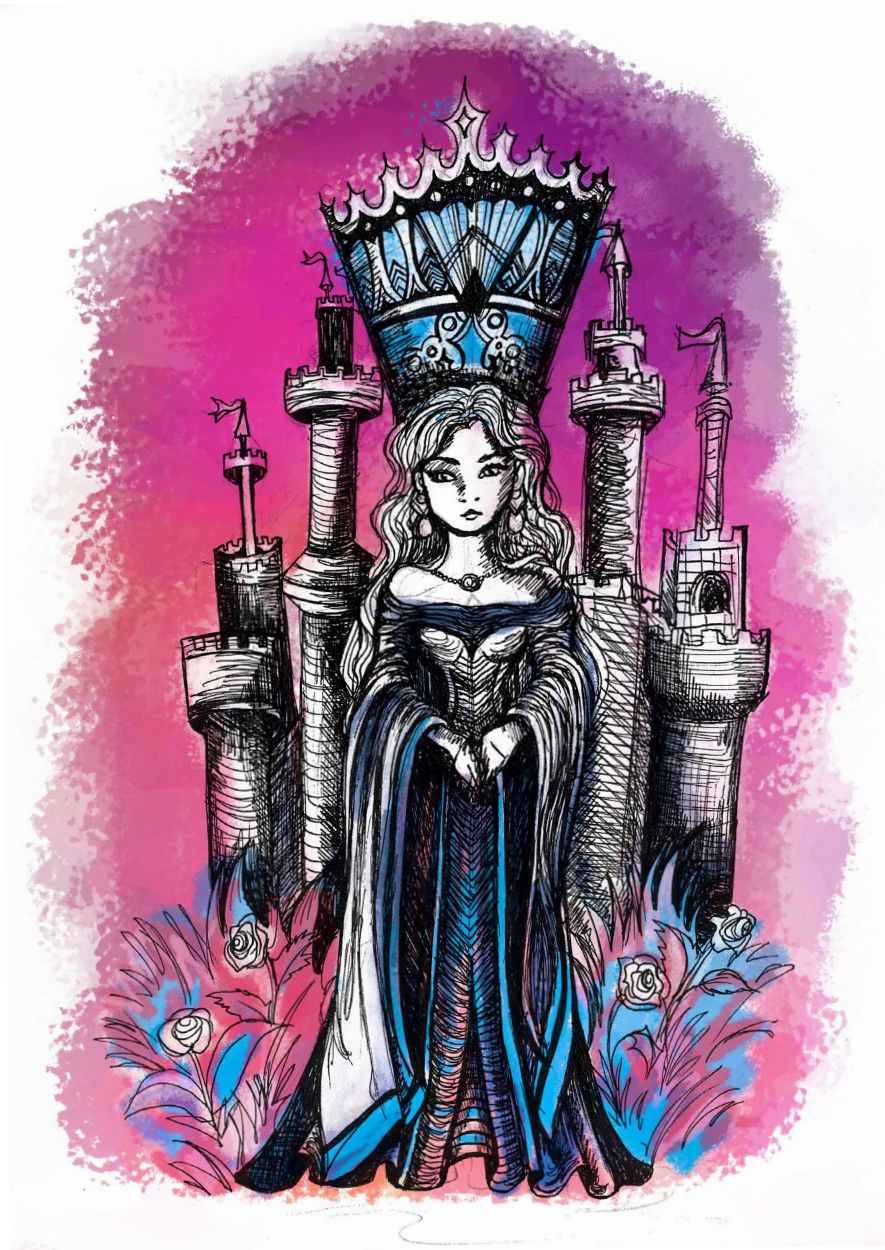
Monnamogolo o ne a bua a ritibetse a re, “Dirisa mokgwa wa go farologanya. Ke ka moo o ka lemogang tsela e a dirang dilo ka yone.”

MA(1) o ne a tswelela go dirisa dipharologano tsa ntlha mo ARI(1,1), mme ka kgaratlho e kgolo, o ne a kgona go senola gore thulaganyo e e gakgamatsang e ne e tlhomilwe ke thulaganyo ya AR(1) e e sa fetogeng.

Yo, e ne e le morwarraagwe yo o sa bolong go nyelela wa ga MA, mme o ne a sa tlhole a na le maatla a a mo senyang a go sa nne a eme. AR(1) kgabagare o ne a bua, “Mokaulengwe, ke a go leboga go bo o mpholositse mo maatleng ao a a bosula. Ke nna ke dirileng gore motse o thopiwe. Ke ne ke rata maemo thata mme ke ne ka leka go nna le maatla ka go itsalanya le batho ba ba neng ba sa tlhomama. Tsweetswee intshwarele.”

MA(1) o ne a itshwarela AR(1), mme go ise go ye kae bakaulengwe ba babedi ba ne ba simolola go aga motse wa Time-Series sešwa. E re ka e ne e le ditlogolwana tsa losika lwa segosi lwa ARMA, ba ne ba busa motse oo mmogo. Go tlotla Dickey-Fuller wa Motsofe, ba ne ba ruta bakanoki botlhe ba ba neng ba batla go lemoga dilo tse di sa tlwaelegang, mokgwa wa gagwe wa go tlhatlhoba dikgopolo. MA(1) o ne a boela kwa motsaneng wa gagwe wa bogologolo wa Autoregressiveville e le kgosi, mme a le boikokobetso mo a neng a rekela Monna wa Motsamai senō se sengwe gape gore a gopole dinako tse di fetileng.

Ka jalo, kagiso e ne ya tsosolosiwa kwa nageng ya Johanistan, mme batho botlhe ba ne ba tshela ka boitumelo go ya go ile.



Motseletsele wa Temporal

Ka Tanya Kleingeld

Mo mosong wa letsatsi lengwe, badisa ba dikgopolo dingwe tse go sa dumalanweng le tsone ba ne ba tletse-tletse le mabala a ntlo ya segosi. Tiro ya bone e ne e le go boloka sengwe le sengwe. Ba ne ba dira dilo ka tsela e e siameng, mme ba ne ba gana sengwe le sengwe se se neng se ka tshosetsa bogosi jwa bone jo bo itekanetseng.

Kgabagare letsatsi la moletlo wa tlhomamiso ya ga ARIMA(1,0,1) la tlhaba. Baemedi ba ba tswang mo lefatsheng lotlhe la Time-Series ba ne ba phuthega go tla go keteka moletlo o. ARIMA(1,0,1) o ne a tlile go nna kgosigadi ya Motseletsele wa Temporal, motsemogolo wa lefatshe la Time-Series. ARIMA(1,0,1) o ne a na le monnawe wa mosetsana. Leina la gagwe e ne e le ARMA(1,1) yo o neng a sa tsepama Mme batho ba ne ba mmita NS ka bokhutshwane. Go ya ka ditekanyetso tsa bogosi, e ne e se ene mmotlelara yo montle gonne a sa tsepama.

NS o ne a ikutlwa a se na mosola ka metlha, jaaka e kete o ne a sa tshwanela go nna mongwe wa losika lwa segosi. O ne a rata kgaisadie, mme fa dingwaga di ntse di feta o ne a simolola go nna lefufa thata. O ne a swetsa ka gore o tla ipusolosetsa mme a nne selo se se maswe se mongwe le mongwe a neng a akanya gore ke sone. Ka jalo, o ne a simolola go loga leano la gagwe la go senya thulaganyo nngwe le nngwe e e sa fetogeng, go akaretsa le kgaisadie.

ARIMA(1,0,1), yo o neng a sa itse sepe ka se monnawe a neng a se rulaganya, o ne a ipaakanya, a na le MA(1), mongwe wa ditsala tsa gagwe tse dikgolo mo go nngwe ya diphaposi tse di ka fa letlhakoreng la botlhaba la ntlo ya segosi. ARIMA(1,0,1) o ne a tshwenyegile ka monnawe, NS.

“Ga ke itse gore ke ka ntlha ya eng fa a itshwara jaana,” ARIMA(1,0,1) o ne a bua MA(1) jalo a geletse dikeledi.

MA(1) o ne a hemela kwa godimo a re, “Gongwe ga a rate go fetoga. Mme eno ke e kgolo tota. Wena o tlile go nna kgosigadi ya Metseletsele ya Temporal. O se ka wa tshwenyega, monnao o tla siama.”

ARIMA(1,0,1) o ne a utlwile botlhoko mme a sa itse gore a nagane eng ka tsotlhe tse mme o ne a nna a nyenya, a solofetse gore kgaitradie letsatsi lengwe o tla amogela.

NS ga a ka a emisa go dira dithulaganyo tsa gagwe tse di bosula. O ne a tswela ka go dira dithulaganyo tsotlhe tse di sa emeng tse a neng a ka di kgona. O ne a leka go tlhotlheletsa badisa bangwe gore ba mo eme nokeng. Se sa se kgonagale gonne bone ba ne ba tshwenyega thata ka boitekanelo jwa dipalopalo tsa ntlo ya segosi. O ne a ya kwa go ACF yo o neng a le gaufi thata le dithulaganyo tsotlhe tsa MA. O ne a sa batle le go mo reetsa.

NS o ne a tlaetswe, o ne a tlhoka go bona batho ba ba oketsegileng ba ba neng ba sa rate dithulaganyo tse di sa fetogeng. O ne a sa tlhole a itse gore a ye kae. O ne a tswela kwa ntle go ya go nna mo go nngwe ya dipanka mo segotlong gaufi le setlhare sa Ljung-Box. Ga a ise a tle a rate setlhare seo mme fela go ne go sena fa a ka nnang teng. Ka tshoganyetso, o ne a simolola go dirisa thulaganyo ya go Tsamaya ka go Itirela ya Monna wa Motsamai. O ne a sena sepe kgatllhanong le thulaganyo e, mme ka metlha o ne a fitlhela e le thulaganyo e e sa tlwaelegang mme e sa ikanyege ebile e sena maikaelelo. Monna wa Motsamai o ne a mo tlhaloganya le go mo tlotla. Kgabagare o ne a ema mme a simolola go bua le NS.

“Dumela NS, ke utlwile gore o simolola thomo. Ke a itse gore go thata go bona dithulaganyo tse di ka emelanang le tse di sa fetogeng,

mme ke na le leano. Go na le torotswana nngwe e nnye e e leng dikilometara di se kae go tswa fa. Toropo e, e tletse ka dithulaganyo tse di sa itumeleng. Gongwe o tshwanetse go ya teng mme o bone gore a go na le mongwe yo o ka go thusang.” Ga rialo Monna wa Motsamai.

NS o ne a simolola go nyenya, dilo di ne tsa simolola go tokafala, mme leano la gagwe la go senya dithulaganyo tsotlhe tse di sa fetogeng le ne la simolola go diragadiwa.

NS o ne a batla go itse gore Monna wa Motsamai o bone jang lefelo le, ka jalo o ne a mmotsa.

O ne a nyenya mme a araba a re, “Tota ga ke na boikgethelo, ke nna ke ya kwa godimo le kwa tlase jaaka letagwa ka dinako tsotlhe”. Go tswa foo o ne a ema a bo a tsamaya ka tsela eo e e sa tlwaelegang gape.

NS o ne a itumetse; sengwe le sengwe se ne se simolola go nna mo maemong a sone.

O ne a goroga mo motsaneng o. Motsana o, o ne o tletse ka mefuta yotlhe ya ditiragalo. Ditiragalo tse di neng di diragala mo motsaneng o di ne di utlwiswa botlhoko e bile di galefisa. O ne a bona thulaganyo nngwe e tlhatlogela kwa godimo e tla kwa go ene. NS o ne a e emisa mme a simolola go e bolelela ka leano la gagwe. O ne a kgona go bona gore seno se ne se ka direga. Ditlhopho tsotlhe tsa motsana o, di ne tsa phuthega mme tsa simolola go gwantela kwa ntlong ya segosi. Mongwe le mongwe o ne a ema fa pele ga kgoro, a goletsa ARIMA(1,0,1) gore a tswa. ARIMA(1,0,1) o ne a bona monnawe mme a tabogela kwa ntle ka bonako mme NS o ne a gakgamala fa a bona thulaganyo e nnye e e sa fetogeng ya AR(2) e tsamaya le ARIMA(1,0,1).

AR(2) o ne a kgona go bona ka fa NS a neng a tlhakane tlhogo ka teng, ka jalo o ne a swetsa go tlhalosa. “Ke a itse gore o galefile, mme tota ga o na lebaka la go galefa. Rotlhe re dira dilo ka tsela e e rileng. Go na le lebaka la gore o bo o bopilwe ka tsela e o leng ka yone. O ka se ka wa itlhokomolosa se o leng sone o bo o ipolelela gore ga o botlhokwa gonne o sa tsamaisane le ditekanyetso tsa bontle tse di beilweng ke puso. Rotlhe re karolo ya motse o o gakgamatsang o o bidiwang Metseletsele ya Temporal.”

AR(2) o ne a leba dithulaganyo tse dingwe mme a tswelala ka go re,
“Tlogelang go akanya gore ga go na ope yo o le batlang kgotsa ga le
a siama gonne ga go a nna jalo. Le thulaganyo ya go ya kwa godimo
e e leng metsesele ya nako eo batho ba tla ratang go ka e bona fa
nako e ntse e tsamaya. Le ka itumedisa mongwe ka go nna fela seo le
leng sone. O se ka wa tlogela go nna wena ka ntlha ya motho yo o sa
boneng botlhokwa jwa gago.”



ARIMA

Ka Dylan J. Cuyler



Ngwedi o ne o phatsima ka mmala wa selefera mo dikgatamping tse di neng di bonala fa fatshe mo sekgweng fa phefo e e tsiditsana le e e monate e ntse e foka mo lefelong leo. Ari o ne a leba monna yo o neng a eme fa pele ga gagwe.

E ne e le monna yo o nang le magetla a magolo e bile a na le mmele o montle. Monna yo, o ne a ntse a pegile leoto fa godimo ga le lengwe mme a tswetse matlho. O ne a le lefatlha e bile a na le ditedu tse di neng di bofilwe e kete mogatla wa pitse. Monna yo, o ne a apere borokgwe jo boleele a bo bofile ka mogala mo lethekeng. Tota le fa a ne a ntse jalo, o ne a le moleele go feta Ari.

“A o akanya gore o tla fenywa?” Ari o ne a botsa. Monna yo o ne a didimala ka lobakanyana. “Nna fa fatshe,” o ne a bua jalo kwa bofelong. Ari o ne a dira jaaka a laelwa. Monna yo o ne a bula matlho a gagwe mme a ntsha diatla tsa gagwe, diatla tsa gagwe di lebile kwa godimo, a bua ka puo ya gagwe. “Movere Mediocris.”

Ka tshoganyetso, ba bona tšhaka e kgolo ya mmala wa safire e fofa mo moweng. E ne e na le botshwara jo bontsho jo bo neng bo gabilwe matshwao mo letlhakoreng lengwe le lengwe la yona.

“Jaaka o itse, sengwe le sengwe mo lefatsheng le, se laolwa ke tsela e se amanang ka yone le nako.”

Ari o ne a re, "go ikgolaganya ka bowena".

"Fa sengwe se ikaegile thata ka nako," monna yo a tswelela, "go ka direga gore se se dirang jaanong, se tla direga le mo isagweng. Fa sengwe se sa laolwe ke nako, ga go bonale sentle gore se se se dirang jaanong se tla se dira mo isagweng. Tsela e sengwe se ikaegileng ka nako ka yone kgotsa se ikemetseng ka yone e bidiwa thulaganyo ya sone."

O ne a tshwara tšhaka ka letsogo.

"Fa maemo a le kwa tlase, tsela e o dirang dilo ka yone e nna e e nonofileng go feta."

O ne a kgadikanya tšhaka fa godimo ga tlhogo ya ga Ari. Ka tshoganyetso fela, o ne a nyelela mme a boa a bonala gape a le ka fa morago ga gagwe. O ne a kgadikanya tšhaka gape. Ka bonako fela go ne ga tlhaga setshwano sa gagwe se ntse fa thoko ga Ari.

66 "Seno ke maatla a Movere Mediocris, go nna le boipuso jo bo nonofileng jwa nako. Ya me ke ya maemo a a kwa tlase, mme e seng a a kwa tlase thata."

O ne a ntsha letsogo la gagwe. Tšhaka e ne ya simolola go nyelela go fitlha e nyelela gotlhelele. Go tswa foo o ne a leba diatla tsa gagwe kwa godimo.

Ka tshoganyetso fela, go ne ga bonala fa pele ga gagwe tšhaka e telele ya mmala wa namune e e bogale, e phaphasela mo loaping. Le yone e ne e na le botshwaro jo bontsho, mme e ne e na le matshwao a a farologaneng a a gabilweng mo boleeleng jwa yone.

O ne a tshwara tšhaka ka letsogo mme a ya kwa setlhareng se se fa gaufi. O ne a simolola go se remarema ka bonolo ka tšhaka. Go ise go ye kae tšhaka e ne ya simolola go phatsima. Fa a ne a remarema lekgetlho la boraro, o ne a dira phatlha mo setlhareng. Fa a sena go remarema lekgetlo la bosupa, setlhare se ne sa kgaogana ka bogare.

"Bokgoni jo, jwa go itsamaisa, ke jwa go ikaega thata ka nako."

Monna yo, o ne a latlha tšhaka mme a boela kwa morago, a ntse fa pele ga Ari.

"Temporis Seriem ke go ineela mo go laoleng kamano e e tlhomameng. Le fa Arma a le monnye, a na le bokgoni jo bo sa tshwaneng le jwa gago, mme o na le sengwe se a se tlhokang mo go wena."

"Ke eng?" Ari o ne a botsa.

"Nonofa ya go lemoga makoa a gago le go tswelela pele. Go nna mo kagisong le motho ka boene le lefatshe ke go nna o sa tseye kgato. Go nna le tekatekano le go sa feto-fetoge. Fa le ne le tla kwa go nna, ga le a ka la nna fela le sa dire sepe. E ne e le lona fela ba le falotseng mo motseng wa lona fa o sena go thopiwa le go fisiwa ke Differentia Pura, mme le fa go ntse jalo, Ari, le ne la tlhopho go tswelela pele. O ne wa batla go farologana le ba bangwe mme wa fitlhela go sa nne le diphetogo."

Monna yo, o ne a hemela kwa teng mme a fegelwa. "Arma o sa ntse a tla dira jalo."

"A o akanya gore o tla latlhegelwa" Ari o ne a botsa. "Fa a sa dire gore a farologane le ba bangwe mme a sa bone tsepamo, ruri o tla latlhegelwa."

Ka nako eo, Arma o ne a hema mowa o o tsiditsana fa a ntse a tlhatloga mapalamelo a bofelo a maje go fitlha kwa setlhoeng sa thaba e e nang le kapoko.

Fa pele ga gagwe go ne go eme serala se segolo sa leje. Go ne go na le dipilara tse dikgolo tsa maje tse di neng di robegile fa fatshe. Kapoko e ne ya khurumetsa sengwe le sengwe se se neng se le ka kwa ntle ga serala.

Monna mongwe yo o nang le moriri o montsho o o jaaka mosi o ne a ntse mo go nngwe ya dipilara tseo. O ne a apere sutu e ntsho a bofile thai e khibidu. O ne a leba Arma ka matlho a gagwe a mahibidu. O ne a kopana le matlho a gagwe.

"O tshwanetse wa bo o le Arma", o ne a bua jalo a galefile. Ditsala tsa gago di ne tsa mpolelela ka wena. Tota e bile, motse otlhe. Ke itumelela go bona mong wa leina.

Arma o ne a hema mowa ka bokete a ba a o ntsha. Ka tshoganyetso fela, lefelo lotlhe le ne la khurumediwa ke phefo e e mogote e e tsubutlang. O ne a atamela monna yo, mme a otlolela diatla tsa gagwe kwa godimo. Ka yone nako eo, o ne a bona ditšhaka tse pedi mo diatleng tsa gagwe - e nngwe e le ya mmala wa safire mme e nngwe e le ya mmala wa namune. Kgato nngwe le nngwe e a neng a e tsaya e ne e latelwa ke modumo o mogolo fa kapoko e e neng e le fa tlase ga gagwe e ne e nyelela ka bonako.

“Ga o bue thata, ke a bona. Go siame, a re bone gore o ka dira eng.”

Ka yone nako eo, Arma o ne a nyelela mme a bonala gape a le ka fa morago ga monna yo. O ne a segela kwa tlase ka ditšhaka ka bobedi mme a mo itaya mo magetleng. O ne a nyelela gape mme a boa a tlhaga gape kwa a simolotseng teng.

Monna yo, o ne a leba magetla a gagwe. Sutu ya gagwe e ne e gagogile go se kae. “A ke se fela? Ke ne ke....”

O ne a kgaolwa ke Arma a mo itaya mo sefatlhegong a bo a mo thuntsha. A mo latlhela go kgabaganya le lebala la pharakano. O ne a thulana le nngwe ya dipilara tse di thubegileng mme ya tshwatlega. Monna yo o ne a ema ka bonako.

“Jang? Go reng o dira jalo?”

Arma o ne a nyelela gape, a bonala gape ka fa morago ga gagwe a ntse a tlhaba. Seriti sa ga Arma se ne sa bonala fa pele ga monna mme sa mo kgaola. Monna o ne a dikologa mme a thiba ditlhaselo tseo ka bobedi ka matsogo a gagwe.

Tšhaka ya ga Arma ya mmala wa namune e ne ya simolola go phatsima.

Ka bonako fela o ne a nyelela gape, a boa a tlhaga gape a na le ditlelounu tse tharo, di mo tlhabile go tswa kwa morago, mo letlhakoreng la gagwe la molema le go ya kwa leotong la gagwe la moja. Monna o ne a leka go mo thibela, mme ditšhaka di ne tsa mo tlhaba mo nameng. O ne a goa ka ntlha ya botlhoko.

Arma o ne a tswela pele go mo tlhasela go fitlha monna yo a rapalala fa fatshe, a gobetse thata e bile a sa kgone go tsamaya. Arma a ema fa

godimo ga monna mme a lebisa ditšhaka tsa gagwe mo molaleng wa gagwe.

“Tswela, ntlhabe!” O ne a kgwa mathe.

Arma o ne a mo leba a bo a simolola go roroma. Monna yo, o ne a tshaga ka tsela e e feteletseng.

“Ga o kgone go dira jalo, a ga go jalo? Heelang! O tlile fa, mme ga o kgone le go wetsa se o se tletseng fa.” Batho ba motse wa gaeno ba tla akanya eng? Ditsala tsa gago? Morwarraago ene? O tlile kwaano go tla go ba swabisa?”

Matlho a ga Arma a ne a gelela dikeledi.

“Ao! A lesea le tlile go lela?” o ne a goa.

Dikeledi di ne tsa simolola go elela mo marameng a ga Arma. O ne a nna a sa tshikinyege ka nakwana. O ne a folosa ditšhaka tsa gagwe mme a di latlhela kwa. O ne a simolola go tsamaya a ya kwa bopalamelong ba leje.

“O dira eng? Feleletsa ka nna!”

Arma o ne a ema fa bopalamelong mme a leba kwa morago ka matlho a le mahibidu jaaka madi. Arma wa dingwaga di le 65 o ne a hemela kwa tlase.

“Se ga se se ba neng ba ka se batla. E seng mo go nna e bile e seng mo go wena. Le fa o dirile sotlhe tse o ka di kgonang, gongwe gone jaanong ba a go rapelela.”

O ne a hema gape.

“O fentswe. Ntwa eno e fedile.” Arma o ne a bua jalo mme a simolola go fologa bopalamelo.

Monna yo, o ne a lela a bo a mo kgoba, mme Arma o ne a sa mo utlwe. Le mororo a ne a utlwa botlhoko, o ne a fetoga mme a bona tsepamo. O ne a fetogile Arima.



Mokgwa o o fitlhegileng wa metlha yotlhe

Ka Mbekezeli Mazibuko

Go kile ga bo go na le bana ba motho ba babedi ba bidiwa Non-stationary le Stationary. Legae la bone le lentle le ne le le mo nageng e e bidiwang Yemen. Yemen e ne e itsege e le naga e e bokoa - e e neng e na le bokgoni jo bo bokoa jwa puso kgotsa e e neng e se ka fa molaong, mme seo se ne se dira gore baagi ba nne mo kotsing ya go tlhaselwa ke maemo a a farologaneng.

Yemen e ne e le nngwe ya dinaga tse di humanegileng thata mo kgaolong eo, mme bontsi jwa baagi ba yone bo ne bo tshela ka fa tlase ga lehuma. Seno se ne sa dira gore batho ba ngongorege ka ntlha ya go tlhoka ditiro, maemo a ikonomi le bonweenwee, mme seo se ne sa felela ka gore go nne le megwanto e mentsi.

Non-Stationary o ne a nna a ntshitse matlho dinameng e bile a ikanyega mo go ene le mo motseng. O ne a bua dilo fela jaaka di ntse mme a sa tshabe go ntsha maikutlo a gagwe. Go tloga a sa le monnye, o ne a tshwenyegile ka maemo a botshelo a lelapa la gaabo le a setšhaba. E ne e se mosetsana yo o tlwaelegileng mme o ne a kgona go tlwaela maemo ka bonako. Ka fa letlhakoreng le lengwe, Stationary ene o ne a amegile thata ka go batla go tshwana le batho ba bangwe mme o ne a ineela mo ditekanyetsong tsa setšhaba. O ne a dira se a neng a bolelelwa gore a se dire a sa sekaseke kana a sa akanye thata ka gone. E ne e le motho fela yo o tlwaelegileng.

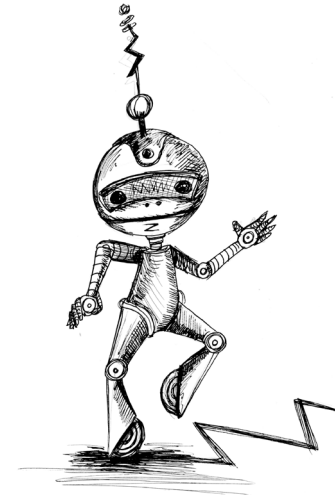
Bakaulengwe ba babedi ba ne ba ithutile go bonela pele isagwe le ka fa batho ba neng ba dira le go dirisa madi ka teng. Non-stationary o ne a na le pono e kgolwane le boikemisetso go feta Stationary. Fa ba sena go fetsa dithuto tsa bone, bobedi ba bone ba ne ba direla kwa kantorong ya moporesidente kwa Yemen. Le fa go ntse jalo, Stationary o ne a ratwa go na le Non-stationary gonne tsela e a neng a tlhalosa ikonomi ka yone e ne e le e e tlwaelegileng fela mme e ne e dira gore baokamedi ba gagwe ba nne le tsholofelo ka isagwe ya naga.

Stationary o ne a iphitlhela a le mo maemong a a kwa godimo thata a go nna le maatla le taolo, koo a neng a tlhoma melao ya semmuso ya naga. O ne a direla mo diphaposing tsa go bonela pele mme a kgona go apara diaparo tse di manobonobo, jaaka seaparo sa ARMA, a sa tlhoke go fetola sepe mo go ene gonne o ne a fitlha dilo tsa mmatota tsa isagwe mme a sa senole dikotsi tsa ikonomi ya Yemen.

Nako le nako fa Non-stationary a ne a tlhophiwa go dira ditiro tsa ikonomi, fa go ne go tlhokega batho ba ba oketsegileng go thusa Stationary, o ne a tshwanelwa ke go dira diteko di le dintsi le go tlhatlhobiwa, e leng go tlhatlhobiwa botho, go tlhatlhobiwa botho jwa ADF le go tlhatlhobiwa ka go farologana. Fa a sena go tlhatlhobiwa le go dirwa diteko tsotlhe, o ne a tla fiwa seaparo sa ARIMA, se se neng se le tlhwatlhwatlase fa se bapisiwa le sa ARMA.

Non-stationary o ne a itse gore ke ene a ka rarabololang mathata otlhe a setšhaba sa gagwe se neng se lebagane le one, mme ga a ka a dira sepe gonne a ne a tshaba go latlhegelwa ke tiro le go kobiwa mo nageng ya gaabo. Stationary o ne a bona gore poifo e ne e tla mo thibela go dira se se neng se tlhokega mo nageng. Ka jalo o ne a ikaeletse go gakolola Non-stationary ka dinonofo tsa gagwe le maikaelelo a gagwe.

O ne a mo gakolola gore maatla a bone a dira mmogo go rarabolola mathata a Yemen. Seno se ne sa naya Non-stationary bopelokgale jwa go feta mo ditekong tseo tsotlhe gore a tle a kgone go rarabolola dikgwetlho tsa naga ya gaabo.



KAROLO 2



Ditlhamane tse e
seng boammaruri le
ditlhamane tsa Saense



Z_t le Ngwana wa gagwe wa seriti

Ka David Dodkins

Heela! A o batla go utlwa kang ya ga Z_t le ngwana wa gagwe wa seriti? A nka go naya kang e, ngwanaka?

Nako nngwe bogologolo tala, fa Kgosi Agamemnon yo o maatla le morwarraagwe Menelaus le bagaka botlhe ba bogologolo ba ne ba le kwa moseja ga lewatle la Aegean ba dikaganyeditse dipota tsa Troy, go ne go na le kgosana nngwe ya kwa Korintha e e neng e bidiwa Z_t.

Fa rraagwe e bong Kgosi ya Korintha, a ne a tsamaya ka sekepe le Bagerika ba bangwe go ya go diragatsa maikano a bone go Menelaus, Z_t e ne e sa ntse e le mosimanyana fela, a le monnye thata gore a ka tsamaya le batlhabani. Morago ga dingwaga di le supa, batlhabani ba ne ba ise ba boe. Z_t o ne a patelesega go rwa maikarabelo a magolo thata a go tsamaisa bogosi, tiro e a neng a akanya gore ga a kgone go e dira, gonne o ne a ise a tle a ye ntsweng e bile a ise a tle a dire sepe se se neng se ka dira gore go buiwe ka ene mo bukeng ya dipina. Ba ne ba mmita White Noise ka mantswe a a kwa tlase. Tota le metale o mmaagwe a neng a o mo naya one fa a ne a le gaufi le go tlhokofala, o ne o kwadilwe jaana: “Z_t = a_t.”

Fa ngwaga wa bosupa wa Ntwa ya Trojan o ne o ya bokhutlong, Pallas Athena o ne a leba Korintha mme a tlhomogela Z_t pelo ka a ne a se na

maitemogelo, mme a ne a tla nna kgosi ka bonako, gonne o ne a itse gore rraagwe o ne a se kitla a boa kwa ntweng. O ne a swetsa ka gore a baakanyetse Z_t se se neng se tla direga. O ne a apara seaparo sa gagwe se se pududu, a iphitlhile mo matlhong a batho, o ne a tsena mo ntlolong ya segosi ya Korintha bosigogare mme a kgaola moriri wa ga Z_t . O ne a loga dibatana tse di jaaka batho, a di tsenya botshelo, mme a di latlhela mo motseng. O ne a dirile dibopiwa tse di sa bonaleng tse di lebegang jaaka batho mme di se na mowa.

O ne a re, "Mong wa me, o tshwenngwa ke sebatana seno mo motseng. O se ka wa se boifa. Tsamaya o le nosi go ya kwa Acropolis, e leng lefelo le le kwa godimo go gaisa otlhe mo motseng. O tsamaye o le esi ka nako ya fa letsatsi le le kwa godimo thata. O se ka wa tsaya sepe le wena fa e se mokolotsana wa beine le leoto la kwanyana, mme fa o tlhomamisegile gore ga go ope mme o nosi, o age aletare o dire setlhabelo ka beine le nama ya nku. Go tswa foo o rapele Helios, modimo wa letsatsi yo o sireletsang Korintha, gore a go kaele. Ruri o tla go araba."

78

Z_t o ne a akanya gore eno e ne e le kgakololo e e molemo mme a dira jaaka Athena a ne a mo laetse. O ne a tlhatlogela kwa Acropolis, a aga aletare, a ntsha beine le nama ya kwanyana, mme a rapelela kaelo. Fela fa a sena go fetsa, sebatana se ne sa tswa mo moriting. Z_t o ne a lemoga gore o dirile phoso e kgolo ka go tla a le esi e bile a se na dibetsa kwa Acropolis e e neng e tlogetswe fa go ne go na le sebatana se se neng se le mo motseng. Sebatana seno se ne sa atamela Z_t mme sa mo kgagola lerama ka manala a sone a maleele.

Sebata sa bua jaana ka lentswe le le kwa tlase, "Fa o ka bo o kile wa akanya go tla le tshaka, o ka bo o mpolaile. Jaanong, baagi ba gago ba le bantsi ba tla swa ka ntlha ya diphoso tsa gago. Lebadi leno le tla go gopotsa phoso e o e dirileng. Mme sa tsamaya.

Fa a boela kwa ntlolong ya segosi, Z_t o ne a ntse a dira ka natla a akanya ka se se diragetseng: "Ke ka ntlha ya eng fa sebata se sa mpolaya? Ke ka ntlha ya eng fa ke ne ke sa tsaya tshaka? Mme ke tshwanetse go ithuta sengwe mo go seno. Fa ke nna kgosi letsatsi lengwe, diphoso tsa me di tla dira gore ke latlhegelwe ke matshelo a le mantsi. Ke tshwanetse go ithuta mo diphosong tsotlhe tse ke di dirileng gore ke se ka ka di boeletsa."

Fa a ntse a akanya ka dilo tse, metale wa gagwe o ne wa nna mogote mo sehubeng sa gagwe. Fa a ne a o leba, o ne a bona gore mokwalo o o neng o le mo metaleng wa gagwe o ne o fetogile ka tsela e e gakgamatsang. Mo boemong jwa " $Z_t = a_t$ " jaanong go ne go na le " $Z_t = a_t - \theta a_{t-1}$ " - e leng tsela ya bogologolo e e neng e dirisiwa ke bodumedi jwa Moving Average Process.

Z_t o ne a akanya, "Ke ka ntlha ya diphoso tsa me tsa nako e e fetileng."

Fa a goroga kwa ntlolong ya segosi, Pallas Athena o ne a tla kwa go ene a apere jaaka molaodi wa badisa mme a re: "Mong wa me, go tlhokofetse banna ba le bantsi ka ntlha ya diphoso tsa gago."

"Ee, kapotene, ke boammaaruri." Z_t o ne a araba, "mme le fa gone ke ikwatlhaela diphoso tsa me, ga ke tlhole ke di boifa. Ke karolo ya me."

"Go siame. Kgosi ya mo isagweng e tshwanetse go kgona go dumela diphoso tsa yone, go ithuta mo go tsone le go di baakanya. Ke tla nna le tshono e nngwe gape ya go fenya sebatana."

Fa Athena a ntse a bua jalo, o ne a apola sefatlhego sa gagwe gore Z_t a itse gore o ne a le fa pele ga motshameki wa motshameko wa Olimpiki. Mo bosigong joo, o ne a tshwanetse go ya kwa lebitleng la bagologolwane ba gagwe. Fa ngwedi o tlhaba, ka nako e mmatlhi wa mosadi e bong Artemis a neng a tlhatlogela kwa legodimong ka koloi ya gagwe e e selefera ya molelo. Tsaya tshaka ya gago le seiphemelo sa gago mme o lebane le sebatana. Mo bosigong jono, isagwe ya Ntlo ya Korintha e tla atholwa, gonne rraago o bolailwe mo ntweng mo mosong ono. Ka ponyo ya leitlho, o ne a nyelela mo matlhong a ga Z_t .

Z_t o ne a tsaya kgakololo ya ga Olympus mme a ya kwa lebitleng la bagologolwane ba gagwe a le nosi. Sebatana se ne se mo emetse koo. Ka go sotla, se ne sa bitsa Z_t .

"A o tlile go swela fano, mo gare ga baswi ba gago? Boloka tshaka ya gago. Ga o na bokgoni jo bo tshwanang le jwa ga rraago. O se ka wa leka go ntsenya mo seraing ka mafoko, ka gonne ga o na loleme lwa ga mmaago lwa selefera le fa e le bokgoni jwa gagwe. Ga o tshwanelwe ke bagologolo ba gago."

79

“Kagiso, letimona, dilo tsotlhe tse o di buileng ke boammaaruri. Ga ke na bokgoni jwa ga rre jwa go dirisa tšhaka le fa e le jwa ga mmè jwa go dirisa mafoko, mme ke sa ntse ke gakologelwa tsotlhe tseo. Rre o ne a swela mo nageng e sele go sireletsa batho ba rona. Bopelokgale jwa gagwe bo tla fenywa poifo ya me. Mmè a ka tswa a ne a na le dikgakgamatso, mme dikgakgamatso tse di gaisang tsotlhe ke maatla a lorato. Lorato lo ke ratang batho ba gaetsho ka lone lo tla fenywa boloi jwa gago jo bo lefifi. Ga ke borremogologolwane ba me, mme ke sa ntse ke le madi a bone. Mme ke itse leina la gago, letimona.

Z_t o ne a sa tlhoke go leba metale wa gagwe gore a itse gore o ne o bontsha foromo ya lekoko la bogologolo la thulaganyo ya ARMA, leo e neng e le batsomi ba matimona: “ $Z_t = \phi Z_{t-1} + a_t - \theta_{t-1}$.” Jaanong o ne a itse gore le fa gone e ne e se batsadi ba gagwe, o ne a sa ntse a le karolo ya ba ba neng ba le teng pele ga gagwe.

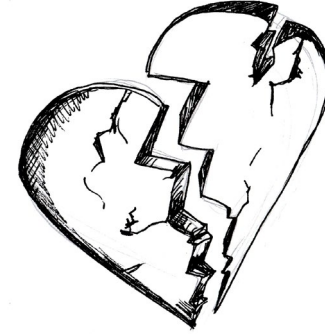
Z_t o ne a atamela sebatana seo ka tšhaka ya gagwe.

“Ke go bitsa madi a madi a me, nama ya nama ya me, moriti wa mowa wa me. O thulaganyo ya ARIMA. Ke wena, o nna. Ke bona tshenyo e nka bong ke e dirile fa ke ne ke sa itse. Ke wena yo ke neng ke le ene. Gone jaanong ga ke tshwane le wena. Ke go bone. Ke bone ditlamorago tsa diphoso tsa me. Ke bone dimpho tsa bagologolo ba me. Ga ke tlhole ke le wena, ke fetogile.”

Fa Z_t a sena go bua mafoko ano, o ne a tshwara moriti wa gagwe, mme wa nyelela mo diatleng tsa gagwe.

Go bolelwa gore seriti se ne sa bolelela Z_t mafoko ano a bofelo: “Jaanong, o siametse go nna kgosi. Gakologelwa gore go tla direga eng fa o sa kgone go lebana le dikgwetlho tse di go emetseng. O nonofile go feta ka fa o akanyang ka teng.”





Go kgaoganya setšhaba

Ka Oghenefejiro Arek-Bawa

Bogologolo tala, go kile ga bo go na le ditlhopha tse pedi tsa batho ba ba neng ba tshela ka kutlwano. Setlhopha se sengwe se ne se dumela mo boitekanelong, fa se sengwe se ne se dumela mo go sa itekaneleng. Setlhopha sa ntlha e ne e le sa batho ba ba ratang dingwao ba ba neng ba itumelela thulaganyo e ba neng ba na le yone e bile ba dumela gore dilo tse di fetileng di ba thusitse gore ba nne batho ba ba botoka. Ba ne ba rutegile e bile ba le botlhale. Setlhopha se, se ne se bidiwa di-AR.

Setlhopha se sengwe sone se ne sa kgona go itirela dilo, go nna le bokgoni jwa go tlhama dilo mme go iketleeletsa go palelwa go ne ga dira gore setlhopha se, se kgone go tshela botshelo jo bo nang le kgololesego. Se ne se bidiwa MA. Ba-AR ba ne ba busa setšhaba jaaka dikgosi, fa Ba-MA bone e ne e le bataki le batho ba ba nang le kgololesego.

Julie, yo e neng e le mo-AR(2), e ne e le kgosigadi ya batho ba mo-AR mme o ne a tshela botshelo jo bo monate, a newa sengwe le sengwe se a neng a se batla. Fa motho a ne a newa palo e e kwa godimo, o ne a sa tseelwe kwa godimo mo setšhabeng. Ka jalo, Julie o ne a tsewa a le botlhokwa thata.

Mo bosigong jwa letsatsi la gagwe la botsalo la bo 21, o ne a swetsa ka gore a tsamaye mo tshingwaneng ya ntlo ya segosi. O ne a bona monna yo o apereng diaparo tsa bogologolo a tshasitswe ke pente e ntšha le e kgologolo, yo o neng a mo direla setshwantsho se se takilweng mo loboteng. Fa monna yo a retologa, a bo a mo leba mo matlhong. Ba ne ba ratana. Fa a atamela monna yo, o ne a lemoga gore ke mongwe wa lotso lwa MA. Morago ga go lebana le dikgorelets di le dintsi le go tshwarwa jaaka batswakwa, ba ne ba nna banyalani ba ntlha ba ARMA.

Mo dingwageng di le masomeasupa tsa lenyalo la bone, kgoagano ya ARMA e ne ya fetola sengwe le sengwe, mme ya dira gore go nne le manyalo a le mantši a AR le MA. Seno se ne sa dira gore go nne le setlhophha se sešwa sa batho ba ba nang le dijini tse di kopaneng.

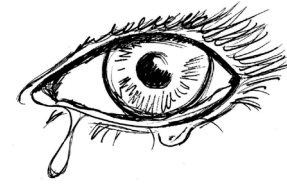
Ba ne ba lemoga gore ba ne ba amiwa ke kgopolo ya nako; ka jalo, ba ne ba sa nne ba ntse ba le teng, fa ditlhophha tse di itshekileng tsa MA le AR tsone di ne di ntse di eme di sa fetofetoge. Seno se ne sa felela ka gore go nne le kgaisano ya ARIMA.

84

Morafe wa ARIMA o ne wa kgaphelwa kwa thoko mo nageng. Ba ne ba na le ditiro tse di maswe go gaisa tsotlhe mo setšhabeng. Ba ne ba itsege e le batho ba ba sa itumelang go gaisa botlhe. Fa dijini tsa bone tse di kopantsweng di ne di le kwa godimo, ba ne ba ikutlwa ba tlhaolwa go feta.

Dave e ne e le ngwana wa dingwaga di le 14 wa ARIMA(6,7,6). E ne e le mongwe wa batho ba ba neng ba sa kgone go nna ba eme fela gonne jini ya gagwe e ne e le 7. O ne a tswa mo go nngwe ya malapa a a humanegileng thata a morafe o o Kopaneng mo motseng otlhe wa gaabo. O ne a ikutlwa a jewa ke bodutu le mororo a ne a na le bomonnawe ba le banè ba ba godileng le batsadi ba ba lorato. Batsadi ba bangwe ba ne ba tle ba bolelele bana ba bone gore ba se ka ba tshameka le ene ka ntlha ya poifo. Bomorwarraagwe botlhe ba ne ba itira e kete ga ba mo itse.

Ka letsatsi lengwe, morago ga letsatsi le le maswe kwa sekolong, Dave o ne a nna mo pankeng ya gagwe e a e ratang thata ka fa tlase ga setlhare sengwe sa bogologolo. O ne a rapelela botshelo jo bo botoka,



mme phefo e e maatla e ne ya dira gore a bone pampitshana e e fofang. E re ka a ne a betilwe ke pelo, o ne a batla go gagola pampitshana eo mme a bona go kwadilwe ka ditlhaka tse dikgolo "Setšhaba se se farologanyang (The Differencing Society)." A bona lefelo le ba neng ba solofetswa gore o tla diriwa gore a se ka a farologana thata le ba bangwe. O ne a ikutlwa e kete dithapelo tsa gagwe di arabilwe. Ka yone nako eo, o ne a tshaba kwa sekolong le kwa batsading ba gagwe mme a ikana gore o tla boa fela fa a sena go fetoga, a sa tlhole a le maswe thata.

Morago ga go tsamaya letsatsi lotlhe le bosigo jotlhe, o ne a fitlha kwa ntlokolong ya Mokgatlo wa Dipharologano, o o neng o itsiwe e le DS. O ne a bona batho ba eme mo moleng o moleele, botlhe ba na le tsholofelo e e tshwanang. E ne e le lekgetlho la ntlha a ikutlwa a bonagala mme a amogelesega. O ne a akanya ka botshelo jo bošwa jo bo tletseng lorato, boitumelo le go amogelwa.

85

Morago ga se se neng se lebege e kete ke dingwaga, o ne a fitlha fa kgorong mme a kopana le potso e e reng, "A o na le madi a o a duetseng?"

Seno se ne sa mo tshosa tota, mme fa a leba pampitshana eno e e neng e kwadilwe ka ditlhaka tse dinnye fa tlase ka fa mojeng, o ne a bona mafoko a a tlontlololang go gaisa otlhe a a kileng a a bona.

O ne a tsamaya a fentswe. A bona setulo ka fa tlase ga setlhare se se tsofetseng se se neng se tshwana le sa kwa motseng wa gaabo. Se a neng a kgona go se akanya fela e ne e le gore tsholofelo ya gagwe e fedile. Fa a tsholetsa tlhogo, a bona monnamogolo mongwe, yo o ka nnang dingwaga di le masome a supa.

Monna yo o ne a mmotsa a re, "A o siame morwaaka?"

Monnamogolo o ne a nna le ene metsotso e ka nna lesome. Morago ga moo o ne a tsamaya, a re, "Se o se batlang ga se yo".

Dave o ne a sa tlhaloganye bokao jwa mafoko ao. Morago ga ura, o ne a nna le bopelokgale jwa go boela gae. Fa a tloga mo pankeng, o ne a bona kgetsana ya letlalo. Fa a bula kgetsana eo, a kgatlhantshiwa ke gouta; e ne e le gouta e ntle e e serolwana e e neng e le halofo ya kgetsana. O ne a tabogela kwa go DS a tshwere gouta mo seatleng.

Fa a sena go dirwa karo ya kgaoganyo, o ne a bolelelwa gore a nne kgwedi e le nngwe gore a fole mme a se ka a tsamaya gotlhelele. A lemoga gore o ne a sa kgone go bona karolo nngwe ya gagwe. O ne a ikutlwa a sa felela, e leng selo se se neng se le maswe le go feta go nna le dilo tse dintsi. Batho ba ba neng ba mo dikologile ba ne ba na le maikutlo a a tshwanang.

Ka letsatsi lengwe le le mogote, o ne a swetsa gore a tswe mo lefelong la gagwe la phodiso mme a ye go iphokisa phefo. O ne a felela a le mo pankeng e a neng a dutse mo go yone pele ga karo. Monnamogolo o ne a tla kwa go ene mme a mmotsa gore a o siame.

86

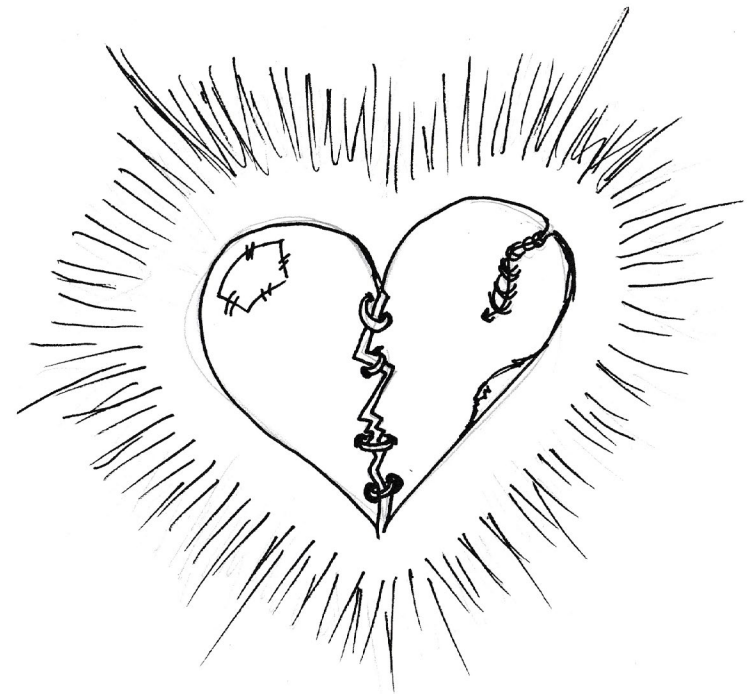
O ne a araba jaana, "Nnyaa, ke ikutlwa ke farologane le bone".

Monnamogolo o ne a mmolelela gore ga a tlhole a farologane le bone jaaka pele. Fa a utlwa se, a utlwa botlhoko thata mme a lela.

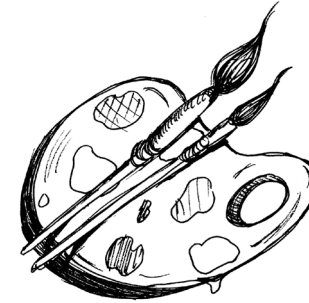
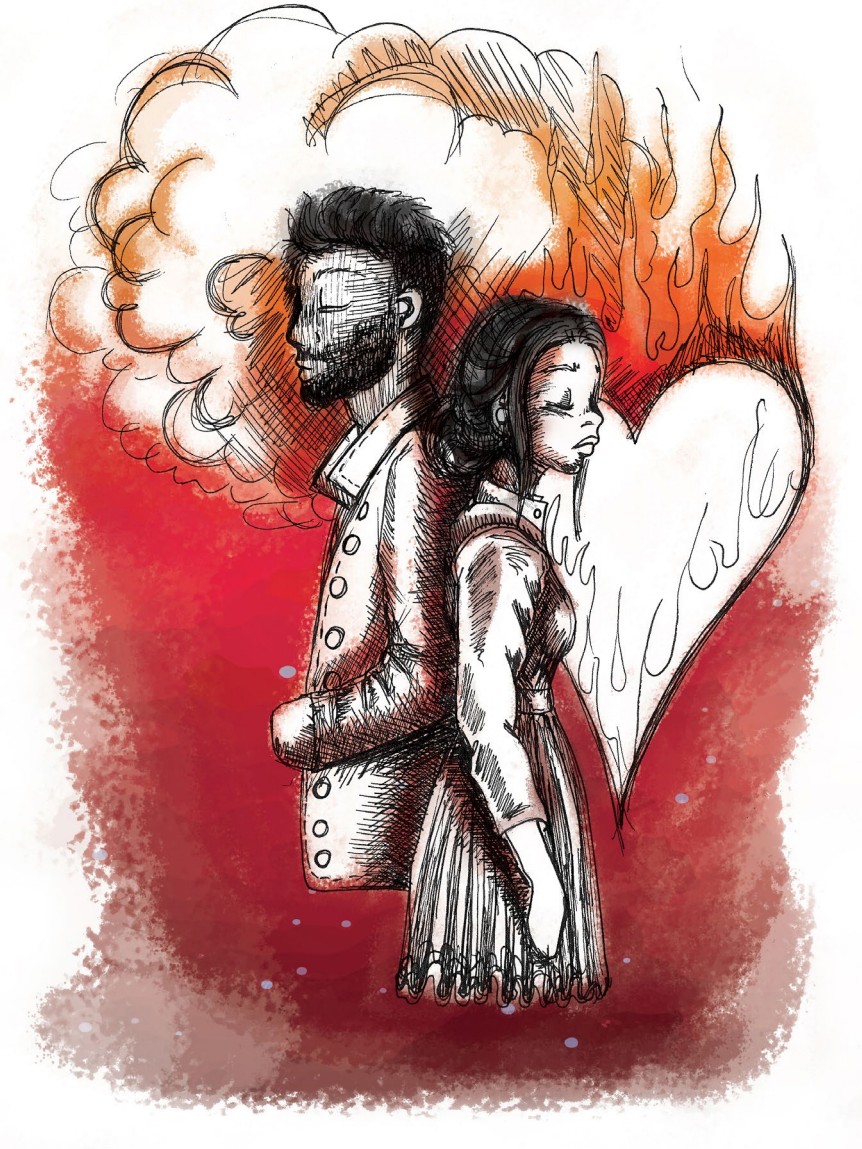
Fa a leba kwa godimo, o ne a lemoga gore monnamogolo o ne a sa ntse a na le ene. O ne a gakgamala, mme pele a ka bua, monnamogolo o ne a mmolelela gore batsadi ba gagwe e ne e le banyalani ba ntlha ba ARMA mme ga ba ise ba tle ba ikutlwe ba amogelwa. A mmolella gore ene ke wa ntlha wa morafe o o sa emeng wa ARIMA(1,1,1). Ka maswabi, o ne a le botlhale mme a tla ka DS. O ne a bua a swabile a re o elets a kete Dave a ka bo a dirisitse madi ao go dira sengwe se sele e seng karo.

Monna yo o tsofetseng o ne a mo naya bojalwa jo bohibidu jo bo monate jo bo neng bo tla fedisa pharologano mme bo letlelela Dave go boela kwa dilo di neng di ntse ka teng pele. O ne a nwa sukiri eo a sa okaoke mme a ikutlwa a tsosolosiwa.

Kgabagare o ne a lemoga gore boitumelo bo ne bo le mo teng ga gagwe ka dinako tsotlhe. O ne a bolelela mongwe le mongwe yo o neng a mo reeditse ka fa go leng molemo ka gone go farologana le batho ba bangwe, a se boele kwa sekolong seo. O ne a tshela botshelo jwa gagwe a itumetse e bile a le lorato go gaisa motho ope fela yo o sa kgoneng go dira sepe mme o ne a supa gore ka metlha dikarabo di mo teng ga rona.



87



Kwa Braamfontein

Ka Dikeledi Rose Motseleng

Mo lefelong le le tlhanaselang, le le mebalabala, le le tletseng botshelo la Johannesburg kwa Braamfontein, go ne go nna moithuti mongwe wa PhD yo o neng a itse sengwe le sengwe ka keletso le go ikutlwa o eletswe, kgololesego ya go letla mogopolo wa gago gore o kgarakgatswe ke dikakanyo. Kgang eno e bua ka tshenyego, go batla go nna le dilo tse di molemo go gaisa tsotlhe mo lefatsheng ka nako e le nngwe.

Batho ba re kopanang le bone letsatsi le letsatsi ga se gore ga ba na botshelo jo ba bo tshedileng ka nako e e fetileng. E ka tswa e le ditsala, ba lelapa, kgotsa ba bangwe ba ba botlhokwa mo go rona. Rotlhe re na le merwalo go tswa mo matshelong a rona a a fetileng, e e bonalang mo matshelong a rona jaanong le mo isagweng.

Fa AR (1) a ne a kopana le MA (1), o ne a sa itse gore botshelo jwa gagwe bo ne bo tlile go fetoga thata. MA (1) le AR (1) ba ne ba farologane thata ka tsela nngwe le nngwe. AR (1) e ne e le motho yo o neng a rata dilo tse di tlhamaletseng. Batho bangwe ba ka nna ba re o bua a sa potapote kana o gagametse. O ne a batla gore dilo di tlhaloganngwe sentle ka mo go ka kgonegang ka teng. E ne e le mofuta wa motho yo o neng a itsokotsa, se se rayang gore o ne a bolelela pele se se neng se tla diragala mo botshelong jwa gagwe jwa gone jaanong le jwa mo

isagweng, a dirisa maitemogelo a nako e e fetileng. E ne e le tlwaelo e e sa siamang e a neng a na le yone gonne o ne a rata go laola dilo.

MA (1) ene e ne e le mofuta wa mosetsana yo o neng a ka go thusa ka dinako tsotlhe gore a nne a ntse a eme (o tlhomame). Le fa go ntse jalo, le ene o ne a sa itekanela. O ne a dira diphoso mo nakong e e fetileng mme a sa tlhamalala jaaka AR (1). Motho a ka nna a re e ne e le mofuta wa mosetsana yo o neng a rata go nna le boitemogelo jo bo monate gangwe le gape. Ka nako ya fa ba ne ba ratana, ba ne ba segofadiwa ka ARMA (1,1), yo o neng a na le boleng ba ga AR (1) le MA (1). Go ne go lebege e kete, ka nakwana, go ne go na le tsholofelo ka baratani ba rona ba babedi gonne ARMA (1,1) e ne e ba tlhomile (e ba tlhomamisitse) ka bobedi jwa bone, fela jaaka mmaagwe, MA (1), a ne a dira. A seno e ka tswa e ne e le boitumelo jo bogolo jo re sa bolong go bo batla?

Ga go na sepe mo botshelong se se tshwanang le se se bonalang, mme le ka motlha re ka se ka ra tsaya gore dilo di itshiametse fela jaaka re dira. Fa kamano eno e ntse e tswela pele mo dingwageng tse di neng tsa latela, re ne ra lemoga gore mongwe wa bone o ne a tlontlotse mengwe ya melao le melaotheo ya bone. Re lemoga gore go nnile le ditiro dingwe tse di farologanyang (go sa tseye letlhakore le go tsietsa) mo kamanong eno.

Jaanong, dilo di ne tsa nna maswe fa re lemoga gore MA (1) o ne a tlogetse kamano eo, mme seno sa felela ka ARIMA(1,1,1). Kwa tshimologong go ne go na le batho ba le babedi ba ba neng ba ratana, mme go ne ga tsennngwa yo mongwe gape ($d = 1$). Kgolagano e e itlelang (tshwaragano) magareng ga AR (1) le MA (1) ka ARMA (1,1) e ne ya nyelela ka iketlo; e ne ya bontsha go nyelela ka tsela e e feteletseng mo lefeleng. Kgolagano, lorato, le kamano di ne di sa tlhole di le teng A re ka ba pega molato, kana a go ne go na le sengwe se se bosula se se neng se saletse kwa morago se se neng sa tlhotlheletsa MA (1) go dira se a se dirileng?

Dipotso di simolola go tla mo megopolong ya rona: A kamano fa gare ga AR (1) le MA (1) e ne ya boela kwa e neng e le teng pele? A go ne go na le tsela ya go supa gore ke eng se se neng sa dira gore MA (1) a dire boleo jo bo maswe jalo? Re tlhomamisegile go le kana kang gore e ne e le motho a le mongwe fela? Tota batho bao e ne e le bomang? A gongwe e ne e le ARI(2), ARI(3), IMA(2), kgotsa IMA(3)?

Jaaka polelo e e reng: "Fa dipoo tse pedi di lwa, bojang bo a boga". Go ne go tlhokega gore go se ka ga nna le dikgotlhang gore go rarabololwe seemo seno le go dira gore boitekanelo jwa ARMA e nne jone bo tlang pele (1,1) - go dira gore go nne le maemo a a tlhomameng a a neng a tlhokega thata.

MA(1) e ne e le motho yo o boferefere, a ga go jalo? Ka jalo, a re tlhalose gore ke ka ntlha ya eng fa a ne a dira se a se dirileng. Mo lefatsheng le le tletseng ka go atlhola le letlhoo, o ne a ka bontsha jang gore tota ke motho yo o ntseng jang fa e le gore se a neng a se batla fela e ne e le go nna le mosetsana yo o neng a dira gore pelo ya gagwe e tuke? Kgang ya gagwe le IMA e ne e se ka go bo go ne go sa itiragalela fela, mme e ne e le fela ka go bo ke ne ke batla go bona dilo tse di molemolemo mo lefatsheng ka bobedi. Lefatshe le mo go lone AR (1) e neng e na le tshireletse go ka tsela nngwe le IMA (1) e neng e na le boitumelo, e e neng e na le boitemogelo jwa go se nne le maemo a a tlhomameng, kwa tiragalo nngwe le nngwe e neng e ikaegile fela ka maikutlo mangwe a a itiragaletseng fela a a neng a nna teng ka nako eo, e ka tswa e le a nako e e fetileng (a a neng a le thari), a gone jaanong kgotsa a mo isagweng.

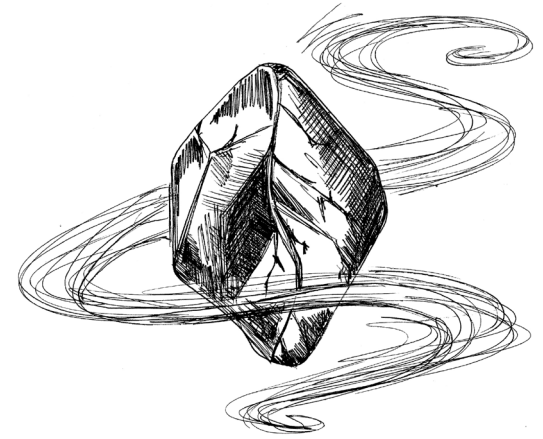
Go ne go tlhokega tharabololo, karabo, go rarabolola seno. Mme gone, ke eng? Re ka tlosa jang IMA (1) mo tekanyetsong? Re tlosa jang $d = 1$ mo ARIMA (1,1)? Re ka dira jang gore ARIMA (1,1) e se ka ya kopanngwa?

Tharabololo e e molemo e ne e le go farologanya ARIMA (1,1,1) pele ka go buisana le ene, go mo alafa le go mo gakolola, ka gonne seno se ne se tla dira gore AR (1) a kgone go lebana le bothata jono. Re ka solofela fela gore kamano ya ga AR (1) le MA (1) e ne ya felela ka gore ba utlwane mme ba nne le kamano e e tlhomameng, e e sa fetogeng go ya ka dipaka (go se nne le ditiro tsa go tlhakanela dikobo le motho yo o sa nyalanang le ene).



Osama le leje la Mashigo

Ka Ndabeni Mokoena



Bogologolo tala, mo bogareng jwa Aforika, go ne go na le naga e ntle ya dithaba e e neng e bidiwa Matibidi. E ne e na le metsana e mentsi mo kgaolong e le nngwe. Go ne go nna go na le letlhoo fa gare ga baagi mo metseng e, mme kwa bofelong, go nne le dintwa tse dintsintsi. Osama, motlhami wa tsotlhe, o ne a otlhaya batho ka go romela setlhophha sa mangau a mmala wa namune, e leng mofuta o o gakgamatsang wa mangau, kwa nageng ya Matibidi. Batho ba ne ba boifa ka matshelo a bone.

Mangau a mmala wa namune a ne a batlisisa dipelo tsa batho. Batho ba ba neng ba na le dipelo tse di siameng ba ne ba babalelwa, mme ba ba neng ba na le dipelo tse di bosula bone ba ne ba isiwa kwa Mapungubwe, lefelo le le boitshepo. Go ne go setse batho ba le makgolo a sekae fela kwa Matibidi. Ba ba falotseng ba ne ba rapela Osama gore a ba itshwarele. Osama o ne a araba ka go dira leje le le neng le na le modumo le le bidiwang leje la Mashigo. Fa fela leje leno

le ne le sa ntse le dira, mangau a mmala wa namune a ne a se kitla a boela kwa motseng.

Leje la Mashigo le ne le phatsima jaaka letsatsi moso mongwe le mongwe. Ba-Mapulana, baagi ba motse wa Matibidi, ba ne ba gakgamadiwa ke seno. Go ne go ise go nne le batho ba ba tshwanang le bone. Morago ga dingwaga di le masome a mararo, moporofeti wa mosadi, Naledi, o ne a tlhaga a na le molaetsa o o tswang kwa go Osama.

Molaetsa o ne o re: “Batho ba me, Mapulana, ke lo file letlapa le le phepa mo dingwageng di le masome a mararo. Jaanong, ga ke itumelele gore ga lo ise lo fetoge. Lo sa ntse lo le batho ba ba bosula. Jaanong ke tla busetsa katlholo gape kwa go Matibidi.”

Lekhubu le legolo la poifo le ne la ralala motse wa Matibidi mme leru le lentsho la khurumetsa Mapulana. Leje la Mashigo le ne le amana le maikutlo. Leje la Mashigo le ne la phatsima jaaka naledi e e swang. Mapulana a ne a sa rate go nagana ka se se neng se ka diragala kwa bofelong. Tshegofatso le Mmaphefo e ne e sa ntse e le bana lekgetlho la bofelo fa mangau a mmala wa namune a ne a tletse mo motseng wa Matibidi. Tshegofatso le Mmaphefo ba ne ba gakologelwa monna mongwe yo o godileng yo o botlhale yo o neng a bidiwa Johan-Pitsedisuleyang, yo o neng a kgothaletsa batho go rapela Osama. Ba ne ba akanya gore monnamogolo yo o botlhale yo, o ne a tla itse gore ba dire eng jaanong. Le fa go ntse jalo, ba ne ba tlhoka pele go mmona pele. Go ne ga utlwiwa gore o ne a felediwa a nna kwa Thabeng ya Phiri. Ba ne ba simolola go batla.

Mo mosong, Tshegofatso le Mmaphefo ba ne ba ya kwa Thabeng ya Phiri. Fa ba ntse ba tsamaya, ba ne ba lemoga gore ba tlhoka go tla ka leano la go itse gore maatla a letlapa la Mashigo a tla bo a le kana kang letsatsi le le latelang. Tshegofatso le Mmaphefo ba ne ba itse gore batho ba Mapulana ba ne ba ka se fetole maitsholo a bone a a bosula ka bonako.

Gaufi le setlhoa sa thaba, ba ne ba bona logaga lo ba neng ba fitlhela Johan-Pitsedisuleyang a le mo go lone. O ne a re fa ba ka lala o tla kgona go ba thusa mo mosong.

Ba ne ba lemoga pele fela ba ya go robala gore Johan- Pitsedisuleyang e ne e le monna yo o neng a senola dilo di le dintsi. O ne a gatelela gore bontle jwa leje la Mashigo e ne e le go nna ga lone le sa fetoge.

Ka jalo, o ne a tlhomamisa gore ba akanye gore leje ga le fetoge. Mo go Tshegofatso le Mmaphefo, go ne go gakgamatsa go akanya gore lesedi le le tswang mo letlapeng la Mashigo le ne le sa ikaega ka gore le ne le phatsima lobaka lo lo kana kang. Molaomotho o o ntseng jalo o ne o ka dira gore thuto ya bone yotlhe e nne selo se se mosola. Ba ne ba tla ithuta go le gontsi mo mosong.

Johan-Pitsedisuleyang o ne a akantsa gore maleo a batho ba Matibidi a ne a tsamaisana le diphetogo tsa ikholoji le tsa tikologo. Fa go ne go na pula e ntsi le dijo di le dintsi, batho ba ne ba tswelela pele ka go tlola molao le go dira ditiro tse dintsi tse di bosula.

Ka nako ya komelelo le leuba, batho ba ne ba utlwelana botlhoko thata e bile ba ikobela melao ya ga Osama. Johan-Pitsedisuleyang o ne a akanya gore boitshwaro jwa batho bo ne bo sa fetoge, segolobogolo, e ne e le jwa paka ya ngwaga (go latela ditiro tsa trigonometric). Tshegofatso le Mmaphefo ba ne ba sa bone maitsholo a batho jaaka selo se se tsentseng letsogo thata mo go phatsimeng ga leje la Mashigo. Fa ba ntse ba reeditse botlhale jwa ga Johan-Pitsedisuleyang, ba ne ba lemoga gore ga ba itse sepe mme ba ne ba sa ntse ba tla itse go le gontsi.

O ne a bolela gore le fa gone leano leno la "go fopholetsa" le ne le ka thusa batho go bonela pele se se neng se tla diragalela leje la Mashigo, le ne le se botlhokwa go le kalo. O ne a akanya gore fa batho ba ne ba ka nna pelonomi le lorato, ba ne ba ka dira kagiso le Osama.

Tshegofatso le Mmaphefo ba ne ba tswa mo logageng ba na le temogo e bile ba na le megopolo e mebedi. Ba ne ba gakologelwa gore go ne go na le mokwaledi mo metseng yotlhe ya Matibidi yo o neng a kwala ka seatla dipego tsa se se neng se direga letsatsi le letsatsi mo naging eno e kgolo.

Ba ne ba na le kgopolo ya gore fa diragalo di ka lekanyediwa go ya ka gore batho ba itshwara jang (go tswa go se se bosula go ya go se se

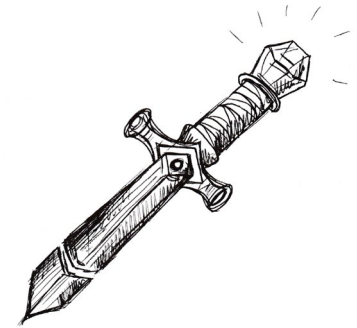
siameng, fa go kgonega go tswa go o go ya go 1), ba ne ba tla nna le selekanyo sa boitshwaro. Gape mokwadi o ne a ela tlhoko thata ka fa leje la Mashigo le neng le ntsha lesedi ka teng. Ka ntlha ya seo, ba ne jaanong ba na le boleng jwa tshedimosetso ya nako e e fetileng, e e neng e ka dirisiwa mo thulaganyong ya "go fopholetsa" go bona gore ba tla itshwara jang mo isagweng.

Ba ne ba akanya gore letsatsi le letsatsi, boleng jwa tshedimosetso eno bo ne bo batla bo tswana, go ya ka se Johan-Pitsedisuleyang a neng a se bolela. Gape, jaanong ba ne ba na le tshedimosetso ya bogologolo e e neng e bontsha selekanyo sa leje la Mashigo. Mo go bone, go ne ga bonala sentle gore jaanong ba ne ba ka kgona go dira thulaganyo e e feletseng ya "go fopholetsa". Se se neng sa ba gakgamatsa ke gore ba ne ba sa kgotsofala.

Loso lwa Leje la Mashigo lo ne lo ka se ka lwa tilwa. Tshegofatso le Mmaphefo ba ne ba itse gore go swa ga leje leo go ne go se kitla go fetola dipelo tsa batho. Ba ne ba tla tshwanelwa ke go fetola dipelo tsa Ba-Mapulana, gore ba thuse batho ba bone go nna pelonomi le go nna lorato.

Go tsholwa le go swa ke dilo tse pedi tse di sa tshwaneng. Loso lwa leje la Mashigo ga lo a ka lwa gakgamatsa ope mme go ne go lebega e le tshimologo ya bokhutlo jwa Mapulana. Le fa go ntse jalo, dithuto tsa tsholofelo le go rera ka lorato le bopelonomi di ne tsa dira gore Mapulana a nne le boitshwaro jo bošwa. Morago ga moo go ne ga nna le kagiso mo nageng yotlhe.





Kgang ya Batlhabani ba ARMA

Ka Levasen Reddy

Bogologolo tala, kwa nageng nngwe e e kgakala kwa bogosing jwa Dipalopalo go ne go na le ditlhophla tse pedi tsa batlhabani tse di neng di itsege ka bokgoni jwa tsone jo bo gakgamatsang jwa go kaya mekgwa ya tsone e e raraaneng ya go lwa. Dikgoro tseno di ne di filwe mpho ya go bonela dilo kwa pele kana bokgoni jwa go bonela isagwe pele. Ka ntlha ya mpho eo, batho ba le bantsi mo nageng eo ba ne ba eletsa go nna karolo ya merafe eo. Maina a dikgoro tse pedi tse, e ne e le AR le MA. Kgoro ya AR le MA e ne e le yone e e neng e sireletsa bogosi jwa Dipalopalo. Bogosi jwa Dipalopalo e ne e le bongwe jwa magosi a a gakgamatsang thata mo lefatsheng, ka khumo ya bone e ne e theilwe mo kitsong ya yone le mo go e sekasekeng.

Dikgoro tse di ne di na le dithulaganyo tse dintsi tse batho ba neng ba tshwanetse go di dira gore ba amogelwe. Mo kgorong ya ga MA, batho ba ne ba tshwanelwa ke go dira teko ya gore a kamano ya bone e nonofile. Gantsi, batho ba ne ba na le dikamano tse di fetang e le nngwe mme ba ne ba patelesega go lekanyetsa dikamano tsa bone gore e nne tse di feletseng le tsa boammaaruri. Kgoro ya AR e ne e dira teko ya go nna e eme. Teko eno e ne e raya gore motho o ne a tshwanetse go supa gore o a ikanyega le gore o ikanya kgoro e, o ne a tshwanetse go bontsha gore e ka kgona go dira dilo kwa ntle ga go ikaega ka ope. Ka ntlha ya ka moo diteko tseno di neng di le bokete ka teng, batho ba dikgoro tse e ne e le ba maemo a a kwa godimo mo nageng mme ba ne ba tsewa e le ba ba botlhokwa thata le ba ba nonofileng thata mo bogosing.

Fa dingwaga di ntse di feta, ditlhopha tsa AR le MA di ne tsa nna maatla go gaisa, e leng se se neng se raya gore di ne di na le baba ba le bantsi. Mmaba yo o neng a ba tshosetsa thata e ne e le wa kgoro ya ARMA e e sa emeng. Setlhopha seno se ne se na le batho ba ba neng ba latlhlilwe ke ditlhopha tsa AR le MA, ba ba neng ba batla go ba nyeletsa. Setlhopha sa ARMA se se neng se sa laolege se ne se ikaeletse go tliša tlhakatlhakano mo bogosing ka go senya batlhabani ba AR le MA le go ba fetola batho ba ba neng ba sa tlhole ba kgona go fetofetoga kgotsa go sa laolege. Fa setlhopha sa ARMA se ne se ka atlega, bogosi bo ne bo tla latlhegelwa ke batlhabani ba jone. Mme ba ne ba tla tlhaselwa ke magosi a a bapileng le bone le batlhasedi ba ba neng ba batla go gapa bogosi jo bo sa tlwaelegang jwa Dipalopalo.

Batlhabani ba bagolo ba AR le MA ba ne ba phuthega botlhe mo holong e kgolo ya segosi go tla go loga leano le go bona tharabololo ya go lwantsha le go fedisa matshosetsi a a neng a ntse a oketsega a setlhopha sa ARMA se se sa tlhomamang gonne ba ne ba itse ka fa setlhopha sa ARMA se neng se le maatla ka teng. Ba ne ba fetsa dibeke ba akanya gore ba ka lwantsha setlhopha se jang. Ba ne ba tla ka dikakanyo tse dintsi, mme kwa bofelong, go ne go se na sepe se se neng sa diragala. Ka nako ya fa go ne go lebega go sena tsholofelo epe, kgosi ka boyone, ka botlhale jotlhe jwa gagwe, o ne a tla ka tharabololo e e neng e ka boloka bogosi. Tharabololo e ne ya bidiwa go farologanya.

Gore go tle go nne le tharabololo eno, ditlhopha tseno tse pedi, e leng AR le MA, di ne tsa tshwanelwa ke go kopana mme di bope dibopiwa tse dikgolo tse pedi tse di bidiwang ARIMA. Motlhabani yo o tlhophilweng go tswa mo lotsong lwa AR o ne a tla bidiwa motlhabani wa ARIMA (1,1,0) kgotsa motlhabani wa ARI.

Ka fa letlhakoreng le lengwe, motlhabani yo o tlhophilweng go tswa mo lotsong lwa MA o ne a tla bidiwa motlhabani wa ARIMA (0,1,1) kgotsa motlhabani wa IMA. Dibopiwa tse pedi tseno e ne e tla nna dibopiwa tse di maatla go gaisa tsotlhe mo bogosing mme di ne di tla nna le maatla a go nyeletsa setlhopha sa ARMA se se sa tlhomamang, jaaka masole a ARI le a IMA a ne a ka kgona go lwantsha maatla a boferefere a setlhopha sa ARMA.

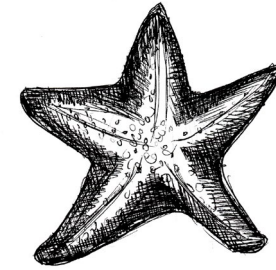
Gore ba nne batlhabani ba ARI le ba IMA, ba ne ba tshwanelwa ke go feta mo tekong e e bokete le e e gagametseng thata: go farologanya. Tiragalo eno e ne e tlhoka gore megopolo ya bone e kgaoganngwe le go agiwa sešwa, mme go ne go atlega fela batlhabani ba ba nonofileng thata.

Letsatsi le ne le fitlhile la gore batlhabani ba AR le MA ba kopane mme ba bope dibopiwa tseno tse dikgolo gonne ba ne ba ka se kgone go dira jalo ba sa thusane. E re ka go ne go setse go le thari pele ga setlhopha sa ARMA se se sa direng sepe se ka tlhasela, go ne go le botlhokwa thata gore teko eno e dirwe mo go lone letsatsi leo. Ka kaelo ya kgosi, go ne ga simololwa tiro e e boima. Teko eo e ne ya dira gore lefatshe le rorome mme dikago tse di neng di ba dikologile, di we.

Fa lerole le sena go kokobela, go ne ga tlhaga dibopiwa tse pedi tse di maatla go gaisa tsotlhe: batlhabani ba ARI le ba IMA. Ponatshegelo eno e ne ya dira gore ditlhopha tsa merafe le tsa bogosi di nne le tsholofelo, di nne pelokgale le go ikutlwa di imologile, mme ka yone nako eo kgosi e ne ya lemoga gore e ka kgona go fenya ntwana eno.

Batlhabani bano ba babedi ba ne ba eme ka kwa ntle ga dipota tsa bogosi fa ba ntse ba lebile setlhopha sa masole a a sa tlhomamang sa ARMA se tla ka palo e kgolo le ka maatla a magolo. Batlhabani ba ARI le ba IMA ba ne ba lebega ba sa tshwenyege. Setlhopha se se sa emeng se ne sa simolola tlhaselo ya sone ya ntlha ka bogolo jo bo fetang jo motho ope a neng a ka bo akanya, mme fa masole a bone a ne a tlhasela motlhabani wa ARI le wa IMA, ba ne ba kopana le modumo o mogolo. Fa maemo a sena go tokafala, go ne go setse fela batlhabani ba ARI le ba IMA ba eme ba sa amiwe ke tshenyo e e neng e sa tswa go direga. Setlhopha sa ARMA se se sa direng sepe se ne sa tshoga thata mme se ne se sa kgone go tlhaloganya se se diragetseng. Ka ntlha ya poifo, ba ne ba boela morago ka bonako fela fa tlhaselo ya bone ya ntlha e sena go fela, mme bogosi bo ne jwa bolokwa.

Ka ntlha ya botlhale jwa kgosi, setlhopha se se neng se seyo sa ARMA se ne sa fenngwa, mme bogosi bo ne jwa bolokwa. Bogosi bo ne jwa tswelwa mosola ke tlhaselo eo ka gonne jaanong ba ne ba na le dibopiwa tse pedi tse di maatla (ARI le motlhabani wa IMA) ba ba neng ba lebile bogosi le go bo sireletsa kgatlanong le matshosetsi a mo isagweng le batlhasedi.



Teko ya go tsamaisa terena e e sa tsamaeng

Ka Katlego Tjeane

Kgwedi e e tlang e tshwaya teko ya ngwaga le ngwaga ya bo64 ya go palama Terena-e e Emeng - terena e e tsamayang ka fa tlase ga metsi mo tseleng e e sa tsamayeng, e e dirang gore e nne e e babalesegileng go di gaisa tsotlhe e bile e le yone fela e e yang kwa Yusebalitee. Toro ya mongwe le mongwe ke go tswa mo matikiring a kwa Rhodaytawn, go batla katlego le go tlotlomatsa lelapa la gagwe. Dimilione tsa dithulaganyo di direlwa go neelana ka tšhono ya go nna Yusebal. Baagi ba teng ba rata dijo tse di monate tsa lefelo leo tse di jaaka inférenz le concluxin. Go bolelwa gore Yusebalitee o godisa dithulaganyo go di dira dilo tsa maemo a a kwa godimo, o di fetisetsa mo tshedimosetsong.

Go tlhatlhoba ke thulaganyo e e tseneletseng thata, go sa kgathalesege gore tonakgolo A. Smits o dumela gore ga se ka metlha e leng boammaaruri ka botlalo. Go sa kgathalesege gore o na le dingwaga di le kae, thulaganyo nngwe le nngwe e ka leka go dira teko eno gangwe fela. Tonakgolo A.D. Fuller o ile a dira kgateloapele e kgolo mo thulaganyong ya go tsena sekolo. A letla dithulaganyo tse di nang le dikgoreletsi tse di farologaneng gore di tlhatlhabiwe.

Al-Rasheeda wa dingwaga di le masomepedi o ikutlwa a tshogile ka ntlha ya tlhatlhobo e, a ntse a tšhotlha pensele ya gagwe mo phaposing ya ipaakanyetso. O leba mo phaposing e nngwe ya go ithuta, mme a bona baithuti ba MA ba ikutlwa ba ritibetse ka tsela e e sa tlwaelegang.

Ba siametse go palama Terena-e e Emeng, ba leba teko e le selo se se tlwaelegileng go latela kitso ya bone ya go nna leloko la Yusebalitee.

“Ke rata go bona gore ba ka dira jang ka phimosome kgotsa tse pedi,” ga rialo Tona A.D. Fuller.

Al-Rasheeda o ne a tshega ka tsela e e tshosang ka ntlha ya go tlhoka kitso ga ga Ra yo monnye. Ka tlwaelo losika lwa gagwe lo ne lo kgona go falola tlhatlhobo ba sa ntse ba le bannye. Ra ga a na keletso e e tshwanang le ya gagwe, e bile ga a na tsholofelo ya go kopana le ba lelapa la gaabo kwa Yusebalitee.

“Sekolo sa poraemari se ne se sa itumedise, a ga go jalo?” O ne a bua ka lentswe le le kwa tlase.

Ra o ne a bua jaana a galefile, “A! Ke tlhoile tsela e re neng ra tshwanelwa ke go dira tlhatlhobo ya PACF ka yone”, a sa lemoge gore modumo wa gagwe o kwa godimo mo holong.

Ba bona ka fa morutabana a ba lebileng ka teng a galefile. Bobedi jo, ba boela ba tlhoma mogopolo mo go se se buiwang. Mme ba kgona go utlwelela bokhutlo: “... mme gakologelwa, ga go na sepe se se phoso ka dithuto tsa ARIMA, IMA, le ARI. Go botoka go na le go tsamaya fela o sa akanya.”

Mo gare ga tlhakatlhakano eno yotlhe e e bakiwang ke go nyenya le go tshegatshega, Al-Rasheeda a utlwa botlhoko thata. A swetsa ka gore a tseye tsela e telele go ya gae, a dikologe mogala o o tshelang wa motlakase, a tsene mo gare ga matlakala a a tletseng mouta le tulo e e neng e tletse magotlo. A lemoga ka fa a jewang ke bodutu ka teng, le ka fa a neng a ikemetse ka teng fa a ne a na le dingwaga di le 12. O akanya ka bopelokgale jwa gagwe, e leng bosupi jwa go rata ga gagwe, a ipaakanyetso botshelele le teko e a e tsayang ya go tsena mo Tereneng-e e Emeng. A phutholola kgetsana ya gagwe mo godimo ga

tafole e le nngwe e e dirilweng ka logong e a e dirisang go aena, go dira le go ja. O ikutlwa a le nosi.

O utlwile ka batho ba ba ileng ba dirwa karo ya go “farologanya,” go akaretsa le mmaagwe. A tlhopho gore a se ka a akanya thata ka ene. Mmaagwe o ne a tshwenyegile thata ka botshelele jwa gagwe mo a neng a sa kgone go ikakanyetso. O ne a ithuta ka tsela e e botlhoko. Rraagwe o ne a bona mongwe go mo emela gore a tle a kgone go tsaya loeto lwa Terene-e e Emeng. A dirisa setlhopho sa batho ba ba rekisang ka tsela e e seng ka fa molaong. Batho ba, ba ne ba ipitsa “The Graph Title”. Rragwe o ne a sa itshwara sentle, go keteka ga gagwe kwa ntlong ya bojalwa ya mo lefelong leo go ne ga dira gore ditiro tsa gagwe di bonale sentle. “Mewa e e tswang kwa Modimong wa me yo o kwa Yusebalitee, le Modimo o a itse gore ke rata mewa, o ne a itsise motho yo o dirang mo bareng kgang e.

O ne a dira jalo ka dibeke di le dintsi pele ga teko ya gagwe ya bofelo. Mo nakong e e botlhokwa, o ne a latlhegetswe ke se tota a leng sone. Ga a ka a atlega mo tekong ya gagwe. O ne a sa lemoge gore selekanyo se a neng a nwa ethanolo ka sone, e e neng e na le botlhole mme e ama thetasome ya mmele wa gagwe, se ne se oketsegile ka tsela e a neng e sa batlege. O ne a sa tlhole a kgona go dira dilo ka tsela e e siameng. O ne a latlha mosadi wa gagwe, a latlha dilo tse a neng a di eletsa, mme kgabagare a itatlha ka boene. Setopo sa gagwe se se omeletseng se ne sa fitlhelwa mo losing lwa lewatle dikgwedi moragonyana. O ne a nwela mo lewatleng le le se nang boleka go la tshedimosetso. Ke ene kgang e e dirisiwang go tlhotlheletsa bašwa gore ba se ka ba dirisa madi ka tsela e e fosagetseng le gore ba se ka ba dirisa diokobatsi ka tsela e e sa tshwanelang. Kgang e e tumileng ya nako ya go robala ya “Go tsamaya ga batho ba ba tshwagotsweng ke botagwa” e bua ka rraagwe Al-Rasheeda.

“Ke akanya thata mo bosigong jono”, a bua jalo a fegelwa, a tsoga mo gare ga bosigo.

Letsatsi pele ga teko ya bofelo, Al-Rasheeda o ne a tlhomama. A tlhatlhoba botsogo jwa gagwe, mme fa a tlhatlhoba masalela a gagwe a mofufutso, a bonala a siame. A wela makgwafo fa a boela gae a ya go robala mo go se e ka tswang e le bosigo jwa gagwe jwa bofelo mo

teropong eno. Bohibidu. Botala jwa loapi. Botala. Bohibidu. Bohibidu. Namune. Moletlo wa simolola fa a utlwa modumo wa go thunya ga ditshipi le go bona mebala ya ditshenekegi tsa molelo. Ke 4:20 fela mo mosong, mme mowa o tletse ka boitumelo. Ditlhako tsa basadi ba mo lefelong leo di dira modumo jaaka ba ntse ba gata ka tsone fa fatshe, ba opela ka mantswe a a kwa godimo mme ba letlelela diaparo tsa bone tse dikhibidu tse di nang le mebala e e farologaneng gore di bonale sentle fa ba tsamaya. Banna ba ne ba itaya meropa ya bone, ba gata konkereite e e phatlogileng ka ditlhako tsa bone tse dintsho, mme ba boeletsa mafoko a basadi. Bana ba dira metantsho, ba rotloetsa batsayakarolo ba ngwaga. Go ise go ye kae, Al a kopana le batho ba lefelo leo mme a ya kwa dikgorong tsa SAS.

O ne a utlwa monko wa phefo e e tsiditsana e e tswang kwa Lewatleng la Annalia. Tsamaya, tsamaya, leta. Dithuto tsa ARIMA, IMA, le ARI di tla pele gonne teko ya tsone ya bofelo e farologane. Dithulaganyo di se kae tse di romelwang go tswa kwa dikgorong di lebega di sa siama. Tsamaya, tsamaya, leta. Ba ba mo phaposing ya MA ba a nyenya fa ba bidiwa gore ba tle mo dithutong tse di latelang. Ba kgona go atlega ka diperesente di le lekolo mme ba palama polatefomo. O etelela pele setlhophapha sa ARMA. Tsamaya, tsamaya, leta. O kgona go bona boteng ba terena. O ntse a atamela nako ya gore a tswe mo gae. Kgato, kgato, kgato. Mogala o tsamaya ka bonako jo bo tshosang.

“Nnyaa, leka gape! Ke ne ke sa ipaakanyetsa! Ke ne ke sa thuthafala. Ke ne ke akanya gore go tla nna le nako ya go iketla!” ga goa Al-Roberto III.

A felegetswa, le fa go ntse jalo, a utlwa e kete ditoro tsa gagwe di a nyelela. A lemoga gore ga se kgang ya gore go ka direga eng, mme ke kgang ya gore mo motsotsong o, lefatshe la gagwe le ka fetoga; ke fela gore ke mokgwa wa dinako. Dipatlisiso tsa gagwe di gatisiwa ka bonako, mme a nna le bopelokgale jwa go leba se se diregang.

Tsela e motsamaisi a neng a lebega a tlhakane tlhogo ka yone e ne ya dira gore a tshoge. A tlhalosa gore nako ya gagwe e farologane thata le ya ba bangwe.

A ipha nako ya go buisa karata ya leina la gagwe, o ne a roroma, a phutha kgetsana ya gagwe, mme a re, “Rre u19264560, ke a go leboga ka tšhono eno.”

Ga a arabe mme o tlhatlhoba karolo e e setseng ya teko. Mma, dipholo tsa teng di tlhatswa pelo. Ke na le bosupi jo bo lekaneng jwa go go bolelela gore ga o na modi ope wa yuniti. O tswelela pele a re, “Hei, ga o kgone go tsamaya sentle. O Yusebal.

Molomo wa gagwe o a wa! O ne a tlolela mo tereneng ka tlhoafalo, a setse a akanya ka botshelo jwa gagwe jo bošwa.

“Ke mokgweetsi wa lona wa sefofane. Re tla fitlha kwa re yang teng mo malatsing a le n.”

Go ne ga nna le maduo! O ne a itshepa. Ga a ka a letla gore dilo tse di fetileng di laole botshelo jwa gagwe gotlhelele. O ne a dirisa di-phimosome tsa gagwe. O ne a itse gore go lebeleletse gore a nne kae mme o ne a sa ikaega ka batho ba ba tlileng pele ga gagwe. A itlhommetse tsela ya gagwe, a sa e tlogele, ka metlha o ne a itsenya mo kotsing. O ne a sa itse gore phimosome ya gagwe e ne e le 0,94 e e sa batlegeng. Gape o ne a sa itse gore R ya gagwe e kaya eng botshelo jwa gagwe jotlhe. O ne a sa itse gore ke ene yo o neng a ikemiseditse go dira jalo.

Mo nakong e, ga a itse gore a o tla diragatsa toro ya gagwe ya go bonela kwa pele. Ka metlha o ne a kgona go laola kgang ya gagwe.





Ditshwantsho (ditlelounu) tsa kwa Seattle

Ka Ziyanda Khumalo

Moso mongwe kwa sepetlele sa Seattle se se bidiwang Grey, mosetsanyana wa dingwaga tse di lesome, ARMA, o ne a tlisiwa go tla go tshelwa madi morago ga gore a itshege ka phoso ka thipa ya botoro. Lekgarebe leno le ne le ntse le tshela. O ne a sa bolo go nna mo mebileng fa e sa le a tsholwa. O ne a sa gakologelwe batsadi ba gagwe kana ope fela wa lelapa la gaabo. Batho ba ba neng ba nna mo mmileng ba ne ba fetogile lelapa la gagwe. Ngaka ya gagwe, Dr. Model, yo o nyetsweng ke rasaense yo o botlhale thata, Rre Forecast, o ne a dira diteko tsa madi, a tlhomamisa mofuta wa madi a gagwe, mme a mo tshela madi.

Metsotso e se kae moragonyana, ARMA(p,q), kana ARMA ka bokhutshwane, o ne a tshwerwe ke letshoromo le le tshosang. Ngaka e ne ya lemoga gore e ne e le ka ntlha ya go bo a ne a filwe mofuta o o sa siamang wa madi. Seno se ne se sa tlwaelega, ka jalo ba ne ba dira teko e nngwe ya madi. Setlhopho sa gagwe sa madi se ne se farologane le sa tlhatlhobo ya ntlha.

Dr. Model o ne a swetsa ka gore a dire diteko tse di tseneletseng mo go ARMA go bona gore go ne go direga eng ka mmele wa gagwe. Ba ne ba lemoga gore ARMA o ne a na le dijini tse di sa tlwaelegang tse di neng di dira gore a kgone go tlagisa disele tse di tswang mo dikhoromosomong tsa AR(p) tsa banna le MA(q) tsa basadi. E ne e le tiragalo e e sa tlwaelegang mo hisitoring ya kalafi.

Mo mosong o o latelang, ARMA o ne a le mo tsebeng ya ntlha ya lokwalodikgang longwe le longwe lwa Seattle. E re ka e ne e le ngwana yo o se nang legae, batho ba le bantsi ba ba neng ba batla tšhono ba ne ba ithaopela go mo tsaya gore ba dire madi ka ene. Dr. Model o ne a tsaya ARMA semolao gore a mo sireletse mo go one manong ano.

ARMA o ne a itumetse thata go bo a bone legae le a neng a tla nna le sengwe le sengwe mo go lone.

Rre Forecast o ne a na le laboratori ya gagwe mo ntleng, ka jalo o ne a nna a le mo gae ka metlha. Seo se ne se raya gore o ne a fetsa nako e ntsi le ARMA fa mosadi wa gagwe a ne a ile kwa tirong. ARMA e ne e le ngwana yo o ratang go itse dilo, ka jalo o ne a tle a ye kwa laboratoring mme a botse Rre Forecast dipotso di le dintsi.

Ka letsatsi lengwe, Rre Forecast o ne a nna le kgopolo ya go batla go dira diteloune tsa ARMA a dirisa thulaganyo ya gagwe ya dijini. O ne a fetsa malatsi a le mantsi a leka go lebala kgopolo e ka gonne o ne a rata ARMA jaaka e kete ke ngwana wa gagwe, mme letsatsi lengwe, o ne a swetsa ka gore a tswelile ka mogopolo o. O ne a tle a dire diteko mo ARMA mosadi wa gagwe a sa itse. O ne a dirisa motšhine o o tsadisang go dira bana ba ba tshwanang le batho. Letsatsi le letsatsi go ne go tla nna le sele e ntšha e e dirilweng go tswa mo diseleng tseno: AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), jalo le jalo. Fa bana ba ntse ba gola, o ne a lemoga gore mosadi wa gagwe o ne a tla utlwa ka seno fa ba ne ba tshwanelwa ke go ntshiwa mo seleng ya go godisa bana, ka jalo o ne a bona bookelo jo bo neng bo le bokgakala jwa diura di le tharo go tswa kwa legaeng la gagwe. Kwa bookelong jono, ba ne ba naya batho ba ba neng ba se na pelegi, bana.

Dingwaga di le lesome le botlhano moragonyana, Seattle e ne e sa tlhole e sireletsegile; go ne go na le mmolai mongwe yo o bolayang batho ka go latelana mo toropong eo. Lefatshe le ne le bone gore go na le batho ba ba tshwanang le ba bangwe kwa Seattle, mme go ne go setse go tlwaelegile go bona batho ba babedi ba ba tshwanang.

Mmolai yo o bolayang batho ka go latelana, le ene e ne e tlelounu mme a farologane le tse dingwe. O ne a sa bolo go lwala ka lobakanyana, ka jalo o ne a swetsa ka gore a oketse kitso ya gagwe ya saense. O ne a tshwerwe ke bolwetse jo bo neng bo tshosetsa botshelo jwa gagwe: go sa kgone go tsamaya. O ne a tla batla ditelounu tseo a bo a ithuta dijini tsa tsone go bona gore a le tsone di ne di lwala jaaka ene le gore a o ne a ka dirisa DNA ya tsone go iphodisa. O ne a bona tsela ya go farologanya ditelounu ka go dirisa mokgwa wa go latedisa DNA o o bidiwang Proc Arima. Di-AR clone di ne di na le di-chromosome tse di bidiwang di-autocorrelation tse di neng di senyega ka tsela e e

boitshegang, mme di-Y chromosome tsa di-MA clone di ne di tla nna lefela fa disele tse di rileng di sena go tsamaisiwa, e leng se se neng se emelwa ke dinomoro tse di fa thoko ga leina lengwe le lengwe. Go ne go itsege gore mmolai yo o bolayang ka go latelana o ne a tle a itshware jaaka e kete o tagilwe fa a ntse a ya kwa a batlang go ya teng; ke gone ka moo batho ba neng ba mmita Random Walk. Random Walk o ne a farologane le ba bangwe ka gonne di-chromosome tsa gagwe tsotlhe di ne di lekana, e leng se se bontshang gore o na le bolwetse jono jo bo sa foleng. O ne a akanya gore e re ka ene a ne a tle go tlhokofala, go ne go se na ope wa ditelounu tse dingwe yo o neng a tshwanelwa ke go tshela. E ne e re fa a bona ditelounu tse, a bo a di bolaya ka boene.

Ka nako eo, ARMA o ne a setse a godile mme e le lepodise. O ne a batlisisa kgang ya mmolai yo o bolayang batho ka go latelana mme o ne a ikemiseditse go bona gore ke mang yo o bolaileng bomorwarraagwe le bokgaisadie. Dingwaga di le tlhano pele ga foo, fa a ne a lemoga se rraagwe a se dirileng ka ditelounu, o ne a galefa mme a swetsa ka gore a bolelele Dr. Model. Rre Forecast o ne a swetsa ka gore go botoka gore a tsamaye ka gonne o ne a ikwatlhela go utlwa ba lelapa la gagwe botlhoko. Ga go na ope yo o neng a itse gore o ile kae. ARMA a akanya gore e ka tswa e le mmolai wa metseletsela yo o neng a leka go boelana le ba lelapa la gagwe. Kgabagare o ne a atlega mo dipatlisisong tsa gagwe mme a bona Random Walk. Le fa go ntse jalo, o ne a tlhoka leano le le siameng gore a kgone go mo atamela mme a se ka a bolawa fa a ntse a dira jalo. O ne a swetsa ka gore a batle Rre Forecast gore a bone a ka thusa jang Random Walk.

Morago ga go leka makgetlho a le mantsi a sa atlege, o ne a mo fitlhela mo lefelong le le kwa thoko, a iphitlhile, a sa bonwe ke ope. Tharabololo ya ga Rre Forecast e ne e le go dirisa mokgwa o o bidiwang go farologanya dijini tsa ga Random Walk go mo fodisa bolwetse jwa gagwe jo bo sa foleng.

ARMA a bona tshedimosetso ya go ikgolaganya le Random Walk mme ya mmolelela gore ke ene motho wa ntlhantlha yo go neng ga dirwa batho ba ba tshwanang le ene. O ne a leka go mo tlhatswa pelo ka tharabololo ya gagwe fa fela a ne a ka tlogela go bolaya. Random Walk o ne a dumela, mme karo eo e ne ya atlega. Gone jaanong Random Walk o ne a itekanetse e bile a sa tsamaye. Seattle e ne e sireletsegile gape. O ne a fetola leina la gagwe go nna White Noise mme a tshaba mo nageng eo ka gonne a ne a itse gore o tla tshwarwa ka ntlha ya dipolao tsotlhe tse a di dirileng.



Kgetse ya polao ya kwa Johanistan

Ka Lute Munzhedzi

Letlha e ne e le Mopitlwe 20, 2020. Motlhatlhabi wa tsa molao Johan Ferreira le Nna, Detective Lutendo Munzhedzi, re ne re sa tswa go fitlhelela sengwe ka go bolawa ga Mohumagadi Timely Serie kwa Johanistan. Kwa tshimologong, go ne ga tshwarwa batho ba le bararo ba ba belaelwang gore ba tle go botsolotswa. Mongwe le mongwe wa bone o ne a bolela gore ba ne ba sa tsamaye e bile ba na le modumo o mosweu (segalo). Ka ntlha ya fa teko ya go tlathloba motho ka motšhini o o kgonang go lemoga maaka e ne e sa atlege mo mabakeng ano otlhe a mararo, kgetse eno e ne ya emisiwa ka gonne go ne go se na bosupi jo bongwe jo bo neng bo ka supa mmolai.

Le fa go ntse jalo, nna le motlhatlhabi Johan re ne ra lemoga mekgwa e mešwa ya go rarabolola kgetse eno.

Batho ba bararo ba ba belaelwang e ne e le AR Davis, wa bobedi (ID code: $z_t = 1.99z_{t-1} - 0.98 z_{t-2} + at$), M.A. Rose, wa ntlha (ID code: $z_t = at - 0.01a_{t-1}$), le Miss ARMA II (ID code: $z_t = 0.8z_{t-1} + at - 0.01a_{t-1}$) mongwe le mongwe wa bone o ne a bidiwa AR(2), MA(1) le ARMA(1,1) ka go latelana, ba ba neng ba na le mokgwa wa tirego ya stochastic mo palo nngwe le nngwe e e lekanyeditsweng ya diphetogo tse di itlhaganetseng mo tiregong e nang le kabo ya tlwaelo e e kopanetsweng ya diphetogo tse di farologaneng (gaussian). Ka mafoko a a bonolo, ke tsela ya go dira modula wa ditiro ka go di leba jaaka kabo ya kgonagalo ya setlhophapha se se felelang sa boleng jwa tiro mo dintlheng tse di farologaneng ke gaussian ya mefuta e mentsi.

Go tswa mo dipegong tsa basupi, re ka kgona go lemoga dilo tse di kgethegileng ka mmolai. Sa ntlha, dipatlisiso tse di dirilweng mo nakong e e fetileng di ne tsa konosetsa ka gore mmolai yo, o ne a se na maitlhommo a a utlwalang le gore o ne a dirile se ka bommo. Dinokwane tse di ntseng jalo di bidiwa dinokwane tse di se nang mosola.

Sa bobedi, basupi ba ba neng ba utlwa mmolai a bua, ba ne ba tlhalosa gore mmolai o ne a sa bue ka tsela e e utlwalang sentle (e leng selo se se tlwaelegile mo lefelong leno). Mme sa boraro, o ne a itsege a sa tlhomama.

Go ne ga supiwa gore batho botlhe ba ba belaelwang ba ne ba se na maitlhommo a a bonalang gonno go ne go se na kamano epe fa gare ga bone le moswi mme go ne go tlhokega gore go dirwe ditlathobos tse dingwe. Batho bano botlhe ba bararo ba ba belaelwang ba ne ba bolela gore ba ne ba sa eme e bile ba bua ka lentswe le le utlwalang sentle (le go neng go le botlhofo go le tsietsa), mme nna le Motlathlobi Ferreira re ne re tlhomamisitse gore mmolai o ne a le mo setlhopheng seo; ka jalo re ne ra swetsa ka gore re simolole go ba tlathloba. Se re neng re se akanya se ne se le boammaaruri; go ne go na le mmolai mo gare ga rona. Mme gone ke ne ke sa belaele gore ke mmolai, le fa gone Detective Ferreira a ne a na le maikutlo mangwe.

MA(1), fa o mo leba, go ne go lebege a na le mekgwa e e sa tlwaelegang ya go fetofetoga e e ka dirang gore motho a nne le botho jo bo sa lebelelwang. Mme re ne re sa kgone go ikaega ka seo, ka jalo re ne ra mo tsaya gore re mo tlathlobe. Teko ya ntlha e ne ya simololwa. Re ne ra amogela Mmè MA Rose, yo e neng e le wa ntlha, o ne a simolola go dira diteko. Go ya ka tshedimosetso eno, re ka swetsa ka gore MA Rose, wa ntlha, o ne a na le modumo o mosweu wa segalo sa lentswe mme e le ruri o ne a sa tsamaye; ka jalo, batho ba ne ba dumela gore Mmè M.A. Rose, wa ntlha, o ne a se na molato, mme re ne ra fetela kwa go mmelaelwa yo mongwe.

Mmè ARMA II e ne e se motho yo o itsege mo seteisheneng seno. O ne a kile a nna mo kgolegolong gabedi pele ga foo ka ntlha ya go utswiwa ga tshedimosetso ya botho. O ne a na le bothata jwa botho, mme e ne e le motshameki wa terama yo o molemo pele a itsege thata. Fa a tsena, o ne a nyenya jaaka e kete o a itse gore re ka se ka ra mmona molato, mme o ne o ka se ikanye motho yo o nang le leina le le ntseng

jalo. Teko ya ntlha e ne ya simololwa, mme dipalopalo tsa lentswe la gagwe di ne tsa bontsha gore e le ruri Mmè ARMA o ne a se na lentswe le le utlwalang sentle le le tswang mo modumong o mosweu. Ka dinako tse dingwe go ne go lebege go le botlhofo thata. Ke ka bo ke ile ka mo tsenya mo kgolegolong ka yone nako eo. O ne a ka se ka a kgona go nna fela a sa dire sepe.

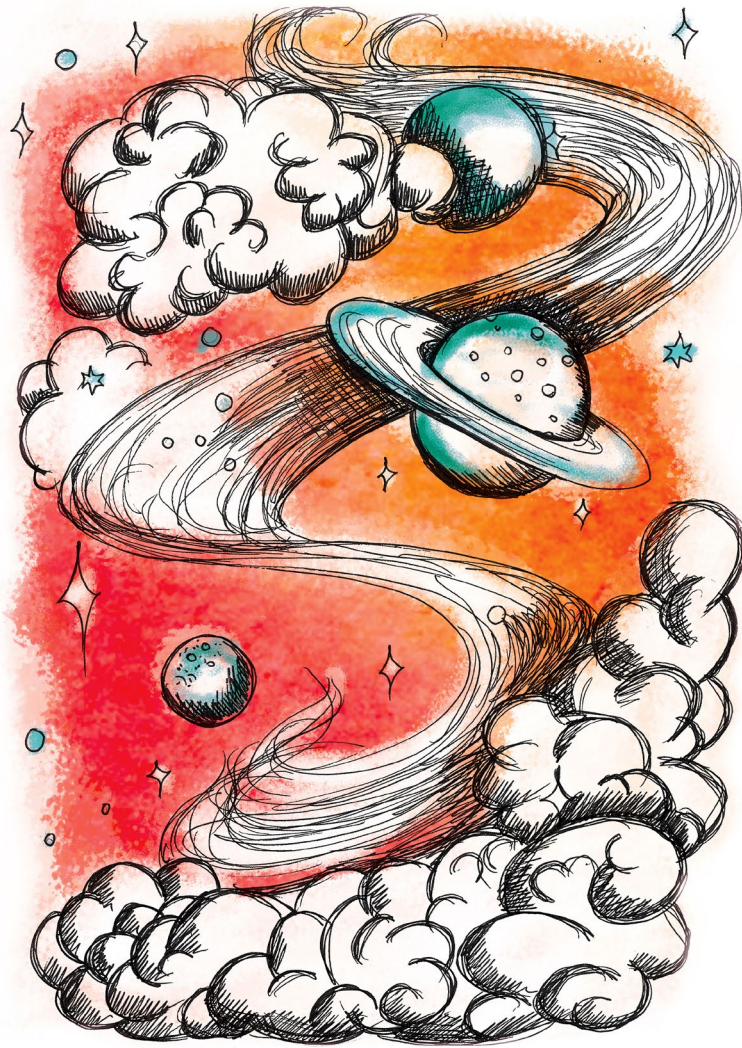
O ne a tle a fetoge fa nako e ntse e tsamaya, mme Lephodisa Ferreira o ne a tswela pele. Dipholo tsa teko ya bobedi di ne tsa tla, mme se se neng se gagamatsa ke gore tota o ne a sa tsamaye. Ke ne ka gagamala thata fa ke utlwa ka se se neng sa direga. Go ne go setse motho a le mongwe yo o belaelwang, mme ke ne ke ka ikana gore e ne e se Rre AR Davis, wa bobedi; e ne e le lekawana le le itsege thata mo motseng.

Teko ya boraro e ne ya simololwa. Re ne ra amogela Rre AR Davis, wa bobedi, go mo tlathloba. Kwa tshimologong, go ne go lebege a na le mekgwa o o lemotshegang, mme go ne ga tla dipholo tsa teko ya ntlha, mme ka enke e khibidu e e bogale, ke ne ka bona lefoko “FAILED”. O ne a se na segalo se se tshwanang le sa batho ba basweu. Go tswa foo ke ne ka phetla lekwalo leo mme ka bona enke e khibidu mo sekhutlong se se tshwanang sa tsebe e e latelang: “FAILED.” Go leba Rre AR Davis, wa bobedi, ke ne ka kgona go bona letlalo la gagwe le nna lesweu. Go ne go ntse jaaka e kete o ne a itse gore go tlele go direga eng.

Motlankedi o ne a tsena mme a simolola go mmalela ditshwanelo tsa gagwe, “Mr. AR Davis, o tshwerwe ka ntlha ya go bolaya Miss Timely Series,” mme ba ne ba mo ntsha mo phaposing ya go botsolotswa.

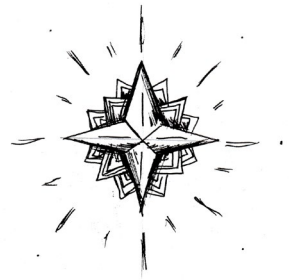
Ke ne ke gamaregile. O ne a itsege thata mo lefelong leo ka go bo a ne a le montle, a sa tsamaye, e bile a bua ka tsela e e kgatlhang thata mo toropong. Ke ne ke akanya gore o ne a tla gololwa botlhofo fela, mme ke ne ka lemoga sentle mo letsatsing leo gore le ka motlha re ka se ka ra dira ditshwetso re sa itse dintlha tsotlhe.

Ga go tlhokege gore re re, go ribololwa ga kgetse eno e e gagamatsang go ne ga thusa batho ba lefelo le. Go ne ga nna le dikhuduego ka dingwaga di le tlhano re itse gore mmolai o ne a sa bonwe, mme ka ntlha ya go akanya ka tsela e e botlhale le ka ntlha ya bokgoni jo bo sa tshwaneng le bope jwa ga Detective Ferreira le Detective Munzhedzi, mmolai yo mongwe o ne a nyelela!



Kgang ya ga Aria le ARIMAS wa gagwe

Ka Ziyaad Lundell



Kgang eno e simologa mo lošagaripeng lo lo tletseng ka lerole la dinaledi, lo lo ntseng lo atologa ka metlha, lesedi le ntse le ya kwa pele ka metlha. Aria, yo e leng mong wa lobopo, o ne a simolola go kgobokanya dikarolwana tsa lerole la dinaledi. Se se bidiwa "indexing". Ditshupo tse dingwe di ne di na le lerole le le tswang mo dinaleding tse di tshwanang le tsone le tse dingwe tse di neng di farologane le tsone ka dingwaga tsa lesedi. Aria o ne a rata go bona dipharologano mo dikarolwaneng tsa gagwe tse di rulagantsweng, mme o ne a ipotsa gore ke ka ntlha ya eng e le gore karolwana nngwe le nngwe ya lerole la dinaledi e bone tsela ya yone mo lobopong lwa gagwe, ka jalo o ne a bitsa index ($y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$). O ne a simolola go ithuta ka matshwao ano, a batlisisa ka fa lefelo la phatlha nngwe le nngwe ya lerole le ka amang le lengwe ka teng, le go bona gore ke eng gape mo lobopong lwa gagwe se se ka amang nako ya fa phatlha nngwe le nngwe e leng teng.

Maru a gagwe a ne a na le bokete jo bo tshwanang le dikarolwana tse di neng di le bokgakala jo bo lekanang mme di ne di atologa ka iketlo. Maru a dinaledi a a neng a na le dikarolwana tsa boima jo bo sa tshwaneng e bile a katogane ka boleele jo bo sa tshwaneng a ne a sa eme.

O ne a bitsa dikgala tseno tse di farologaneng a re ke "go farologana," fa a ne a bapisa di-index tse pedi tse di farologaneng, o ne a re ke "go farologana mmogo."

O ne a lemoga gore di-index tsa gagwe di ne di na le dipalo tse a neng a ka di lebelela mme a di bitsa "ditekanyetso tse di lebeleletsweng." O ne a dirisa dipharologano tsa di-index tse di farologaneng go bona

gore di nonofile go le kana kang le gore di tsamaisana le eng. O ne a bitsa seno a re ke "kamano"¹.

Fa a ne a tlhatlhoba kamano eno, o ne a lemoga sengwe se se gakgamatsang. Fa go ne go ka bapisiwa setlhophha sa lerole la dinaledi le setlhophha se se tshwanang sa lerole la dinaledi se se neng sa nna gone ka nako nngwe pelenyana, go ne go ka nna le dipopego tsa lerole la dinaledi tse di neng di ka kgona go bonela pele go nna gone ga maru a dinaledi mo isagweng. Mme ka dinako tse dingwe, leru la dinaledi le ne le ka atologa ka tsela e sele, mme o ne a sa kgone go bona tsela epe e e bonalang sentle.

O ne a bitsa mokgwa ono o o bonalang e le wa "go ikgolaganya ka tsela e e sa tlhamalalang," gonne mekgwa e e neng e le teng pele ya lerole la dinaledi e ne e tla ama go gola ga lone ka tsela e kgolo. O ne a lemoga gore maatla a a tswang kwa ntle ga dinaledi tse di bidiwang Dinaledi tse di thunyang (di-supernova) a ne a ka tlhotlheletsa go anama ga lerole la dinaledi. O ne a bitsa seno a re ke "bokete"², mme bo ne bo nna teng ka ntlha ya fa a ne a tsamaisa boratšhe jwa gagwe mo go se a neng a se taka. Seno se ne sa gogela lerole la dinaledi tsa gagwe kwa mafelong a a neng a sa a lebelela.

O ne a rata go bona ka fa lerole la dinaledi le maru di neng di ka elela le go bopega ka teng go tswa mo go nngwe go ya go e nngwe. O ne a tsaya se e le karolo ya gagwe, tsela ya go leba dinaledi tsa gagwe. O ne a reelela maru a gagwe leina la gagwe mme a bitsa dikarolwana tseno tse di tshwaeditsweng a re ke "di-ARIMA."

O ne a tlhaloganya gore, gore a kgone go bona lerole la dinaledi le go bonela pele isagwe ya lone, o ne a tshwanetse go kgona go bala go farologana ga lone le boleng jo bo lebeleletsweng jwa lone, gore setlhophha sa dinaledi tse di thunyang (supernova) se tshwanetse sa bo se sa fetoge. O ne a lemoga gore fa e le gore thulaganyo ya gagwe ya dikarolwana tsa nako le lefelo e ne e na le palogare le pharologano e e neng e fetoga fa nako e ntse e tsamaya, o ne a ka kgona go goga, go rulaganya le go fetola setlhophha sa dikarolwana gore se nne se sa fetoge.

E re ka a ne a lemoga gore go na le bokgoni jwa go tlhatlhoba di-supernova le go bona mekgwa ya di-ARIMA, o ne a leka go bonela pele go atologa ga karolo yotlhe ya nebula e e neng e na le magare a di-supernova a a tlhatlhobilweng. O ne a ithuta ka dikarolwana tsa gagwe tsa nako le lefelo a bo a dirisa mokgwa wa ga Brown go dira dilo tse a neng a di bona di direga ka tsela e di neng di direga ka yone fa di ne di gasagana.

Fa a sena go bona gore supernova e na le dikarolwana di le kae, o ne a di naya dingwaga le maina. Fa setlhophha sa dinaledi se ne se na le kgokagano e e tlhamaletseng, ka dikatologo tsa p pele, ba ne ba di bitsa di motele tsa AR(k). Fa e le gore setlhophha sa dinaledi se ne se tlhoka gore Aria a se thuse gore se se ka sa suta, o ne a se tshwantsha ka I (d) fa d e neng e bontsha selekanyo sa go bopa se a neng a tlhoka go se dira mo leroleng la dinaledi. Fa e le gore lerole la dinaledi tsa gagwe le ne le gogwa ke maatlakgogedi fa le ntse le atologa mo lobakeng le mo lefaufaug, o ne a tlhalosa gore maatlakgogedi ano a a sa laolweng ke sepe a dira jang ka go tlotsa MA(q) ka go atologa ga nako mo nakong e e fetileng, e e neng e na le palogare ya go atologa ga nako e e fetileng e e neng e sa ntse e ama ditlhophha tsa dinaledi tsa gompieno.

O ne a dirisa mekgwa ya go fopholetsa dipalo ka kakaretso ka go fokotsa sekgala se se fa gare ga maru a lerole la dinaledi le nako e a neng a le mo go yone le histori ya one e e neng ya lemogiwa, a dira gore go kgonege go bonela pele boemo jwa dikarolwana tsa lerole mo historing ya tsone e e neng ya lemogiwa kgotsa a dira gore go nne motlhofo go bonela pele phoso e e neng ya dirwa fa go ne go na le dipalo tse di fetileng.

O ne a dirisa mekgwa eno go tlhokomela karolo nngwe le nngwe ya botho jwa gagwe le go bonela pele lobopo lotlhe. ARIMA nngwe le nngwe e ne e ka balwa e le karolo e e tsweleng pele ya lobopo lo lo sa feleng. O ne a kgona go lemoga lerole la dinaledi tsa supernova le go dirisa dipalopalo tsa tsone go fopholetsa dikarolo tsa thulaganyo ya nebula e e dirileng gore go nne le naledi e e thunyang (supernova).

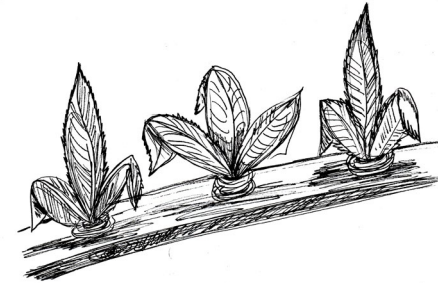
¹ Ke Modimo fela yo o itseng gore o ne a le botlhale jaana jang.

² White noise tsamaea karolelano dipehelo

Fa a sena go leka go bona gore ARIMA ya gagwe e simolotse leng go nna teng, o ne a tlhatlhoba gore a se a se fopholeditseng se boammaaruri go bona gore a dipatlisiso tsa gagwe tsa dikarolwana tse di mo thulaganyong ya nebula di ne di bontsha sentle gore nebula eno e tsamaya jang. O ne a tlhatlhoba seno ka go bona gore o ne a ka kgona go bonela pele ka tlhomamo go tsamaya ga dikarolwana go ya ka tsela e di dirang ka yone le gore a di ka kgona go tsiediwa ke maatlakgogedi.

Fa e le gore Aria o ne a kgona go bona gore tsela e a neng a lemoga ka yone lerole la dinaledi tsa supernova e ne e siame, gore o ne a lemogile sentle gore go na le kamano e e tlhomameng fa gare ga dipaka tse di tlhamaletseng tse di fetileng tsa p, le gore go ka nna ga tlhokega gore a kgaoganngwe le tse dingwe, le gore go ne go na le phitlhelelo e e tlwaelegileng ya dikarolwana tsa dipaka tse di fetileng tsa q.

Aria o ne a dirisa mekgwa eno go simolola mokgele wa gagwe wa bofelo o a neng a ikaeletse go o fitlhelela fa a ne a simolola go bona thulaganyo ya dinaledi e ntse e atologa go ya go ile fa lesedi la tsone le ntse le phatsimela kwa dikhutlong tsa lobopo mme morago ga moo, le ya kwa pele.



Go fodisa go sa tsamaeng ga maemo a a feteletseng mo TSA

Ka Stephanus Geyser

ARMA (20,21) o ne a eme kwa godimo ga thaba, a lebile naga e kgolo ya TSA. Fa pele ga gagwe go ne go na le motsemogolo wa AR le dikago tsa one tse dikgolo. Ka fa morago ga gagwe, ka fa letlhakoreng le lengwe la thaba, e ne e le ntlo e ntle ya segosi ya motsemogolo wa MA. Go ne go na le dipota tse dikgolo go dikologa metsemogolo eo ka bobedi. O ne o ka kgona go tsena fela mo motseng mogolo wa MA fa o ne o ka kgona go feta mo motšhining wa ACF (scanner); o o neng o letlelela fela baagi ba ba phepa ba MA go feta. Go ne go ntse jalo le ka fa motsemogolong wa AR. O ne o ka kgona go tsena fela fa o sena go feta mo sekennereeng sa PACF. Sekennere sa PACF se ne se kgona go bona fela baagi ba ba phepa ba AR.

Fa gare ga dikago tsa metsemogolo, go dikologa thaba, masole a ARMA a ne a kgona go bona karolo yotlhe ya TSA. Leno e ne e le lefelo le batho ba ba tlwaelegileng ba ARMA ba neng ba nna mo go lone, jaaka ene. E ne e le balemirui, badiri ba meepo, baagi, le sengwe le sengwe se se fa gare. Ba ne ba se na tshiamelo ya go tsena mo dikagong tseno ka bobedi. Batho ba ba tlwaelegileng ba ARMA, ba ne

ba tshwanelwa ke go dira ka natla go tlhomamisa gore dikago tse pedi tseno tsa puso di ne di kgona go tshela ka manobonobo.

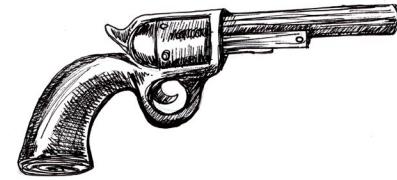
Go bapa le ntlo ya ga ARMA(20,21) go ne go le ntlo ya motlhokomedi wa kagiso. Leina la gagwe e ne e le White Noise. Maikaelelo a gagwe e ne e le go tlhomamisa gore go nna le tekatekano mo nageng eno ya TSA. Kgwele nngwe le nngwe o ne a kopana le AR(1) le MA(1), e leng diporesidente tsa metsemogolo e mebedi e. Ba ne ba bua ka dilo tse di molemo le tse di bosula tse di neng di diragala mo TSA, mme baagi ba AR ba ne ba sa kgone go lebala se se fetileng. Ba ne ba galefisiwa ke dintwa tse di fetileng, mme seo se ne se raya gore ba ne ba ka se kgone go fitlhelela tumalano e e neng e tla kopanya baagi botlhe ba TSA.

ARMA(20,21) o ne a fologa thaba a nyenya fa a sena go bona phirimo e ntle ya letsatsi.

Mo mosong o o latelang fa ARMA(20,21) a ipaakanyeditse go ya tirono, o ne a utlwa gore go na le sengwe se se sa tsamayeng sentle. O ne a leba ka letlhabapheto mme a bona batho ba le mmalwa ba isiwa kwa bookelong ka bonako. A akanya ka ARMA(21,20). A o ne a siame? O ne a mo rata thata. Ba ne ba tshwanelana.

ARMA (20,21) o ne a itlhaaganelela kwa ntlolong ya moratiwa wa gagwe mme a fitlhela go se na ope. O ne a utlwa botlhoko thata. Ka ntlha ya go tlalelwa, o ne a ya kwa bookelong jo bo gaufi go ya go mmatlha. O ne a mo fitlhela mo phaposing e kgolo e e tletseng balwetse. Go ne go se na dingaka tse di lekaneng go thusa balwetse botlhe. Go ne go na le mefuta e e farologaneng ya batho ba ARMA ba ba nang le dipalo tsotlhe tsa p le q. ARMA(20,21) o ne a bona ngaka e taboga mme a e tshwara ka letsogo. Ngaka e ne ya se ka ya mo naya tshedimosetso epe e e mosola kwa ntle ga go mmolelela gore bolwetse bo bogolo bo, bo ne bo bidiwa Non-stationarity-19. Seno se ne sa ama khoromosoma ya phi, e e neng ya baka bolwetse.

Baagi ba motsemogolo wa AR ba ne ba tshwaediwa, le fa ba ne ba le mo teng ga dipota tsa bone tse di kwa godimo. Go na le sengwe se se neng sa kgatlha ARMA fa a ntse a batlisisa se se bakang bolwetse jwa Non-stationarity-19. Ga go na motho ope yo o neng a tshwaeditswe ke mogare ono kwa motsemogolo wa MA. Ba tshwanetse ba bo ba ne ba



entilwe ka setlhare sengwe. ARMA (20,21) o ne a ikana gore o tla bona kalafi ya go boloka ARMA (21,20) wa gagwe yo o rategang.

Lefelo la ntlha le ARMA(20,21) a neng a ile go phuruphutsa kwa go lone e ne e le kwa motsemogolo wa MA. Fa a goroga koo, go ne go lebega go didimetse ka tsela e e tshosang. Go ne go se na batlhokomedi, mme dikgoro tsotlhe di ne di tswetswe. Go ne go ntse jaaka e kete ba ne ba tswaletswe. O ne a swetsa ka gore a dire dipatlisiso. O ne a bona llere e tlhatloga lebota fa kgorong e neng e le mo sekhutlong. Mongwe o tshwanetse a bo a tsene ka dikgoka.

Se a neng a ka se dira e ne e le go palama llere go tlola lobota. Fa ARMA(20,21) a fitlha kwa godimo mme a okomela, o ne a bona baagi botlhe ba MA ba phuthegile ka tidimalo. Fa pele ga bone go ne go eme motho mongwe yo o lebegang a ba tlwaetse a tshwere tlhobolo a e beile mo tlhogong ya ga MA(1). ARMA(20,21) ga a ka a kgona go bona gore ke ka ntlha ya eng fa motho yo a ne a lebega a mo itse. Mopresidente wa bone o ne a le mo kotsing!

Motho yo o neng a tshotse tlhobolo o ne a goa a re, "Lo se ka lwa tsamaya, go seng jalo ke tla lo thuntsha!"

ARMA (20,21) o ne a swetsa ka gore o tlhoka thuso e e oketsegileng, mme a boela kwa tlase gape. Morago ga go tsamaya letsatsi lotlhe, ARMA (20,21) o ne a fitlha kwa setlhoeng sa thaba mo lefifing. White Noise o ne a mo amogela ka boitumelo mo ntlolong ya gagwe, ka a ne a bone ARMA (20,21) kwa ntle ga ntlo ya gagwe makgetlo a le mmalwa, a lebile letsatsi le phirima. Morago ga go tlotla ka boemo jwa kwa motsemogolong wa MA. Ba ne ba swetsa ka gore ba kope thuso kwa motsemogolo wa AR. White Noise o ne a na le helikopotara e a neng a ka e dirisa. Ba ne ba tsaya loeto ka bonako go ya go kopana le AR

(1). Le fa AR(1) a ne a sa rate go thusa motsemogolo wa MA, o ne a dumela. Ba ne ba phutha badisa bangwe mme ba ya ka tlhamalalo kwa letlhakoreng le lengwe la thaba.

Ba ne ba ikaeletse go tlhasela fa letsatsi le tlhaba. Setlhophsa sa bafalosi se ne sa tsena ka botlhale ka kwa morago ga motsemogolo wa MA go tlhasela motlhasedi. ARMA (20,21) le White Noise ba ne ba atamela motlhasedi, a santse a tshwere MA(1). Fa ba atamela motlhasedi, White Noise o ne a mo lemoga. E ne e le monnawe wa lefatlha yo o bosula, e bong Random Walk. O ne a tshabile kwa kgolegolong e e kwa tengteng ga thaba.

White Noise o ne a re, "Go fedile, morwarre". Re go dikaganyeditse.

Random Walk a tshwanela ke go ineela. Motsemogolo wa MA wa sireletsega.

MA(1) o ne a bolelela ARMA (20,21) gore ke Random Walk yo o neng a tshwaetsa metsi a a nowang ka Non-stationarity-19. O ne a sa batle gore batho ba kwa MA ba ye go thusa ba bangwe. Baitseanape ba MA ba ne ba na le moento, o ba neng ba setse ba o neile baagi botlhe ba MA. MA(1) o ne a tlhomamisetse ARMA (20,21) gore ARMA (21,20) o tla siama.

Ba ne ba isa moento kwa go ba bangwe ba TSA ka bonako jo bo kgonegang. Mongwe le mongwe o ne a nna botoka mo malatsing a se kae fela. ARMA (20,21) o ne a itumeletse gore moratiwa wa gagwe o fodile. O ne a diragatsa tsholofetso ya gagwe. ARMA (20,21) le ARMA (21,20) ba ne ba nna ba itumetse go fitlha ba tlhokofala.

Mo kopanong e e latelang ya kgwedi le kgwedi, White Noise, AR(1), le MA(1) ba ne ba swetsa go tokafatsa dinotlolo tsa kgolegelo le go oketsa palo ya badisa gabedi. Se se botlhokwa thata ke gore, AR(1) le MA(1) ba ne ba swetsa gore ga ba sa tlhole ba thibela batho go tsena mo dikgorong tsa metsemegolo.

Go keteka dipharologano tsa bone, TSA yotlhe e ne ya nna le letsatsi la boikhutso mme ba ne ba dira meletlo e megolo. Gongwe le gongwe mo mebileng, o ne o kgona go utlwa batho ba AR, MA, le ARMA ba opela mmogo gangwe le gape, "Re tsaletswe mo TSA".

Sengwe le sengwe se ne sa siama. Botlhe ba ne ba sireletsegile mo go se ba neng ba sa se itse, ka nakwana fela...



Fin



ISBN 9780796128331



9 780796 128331