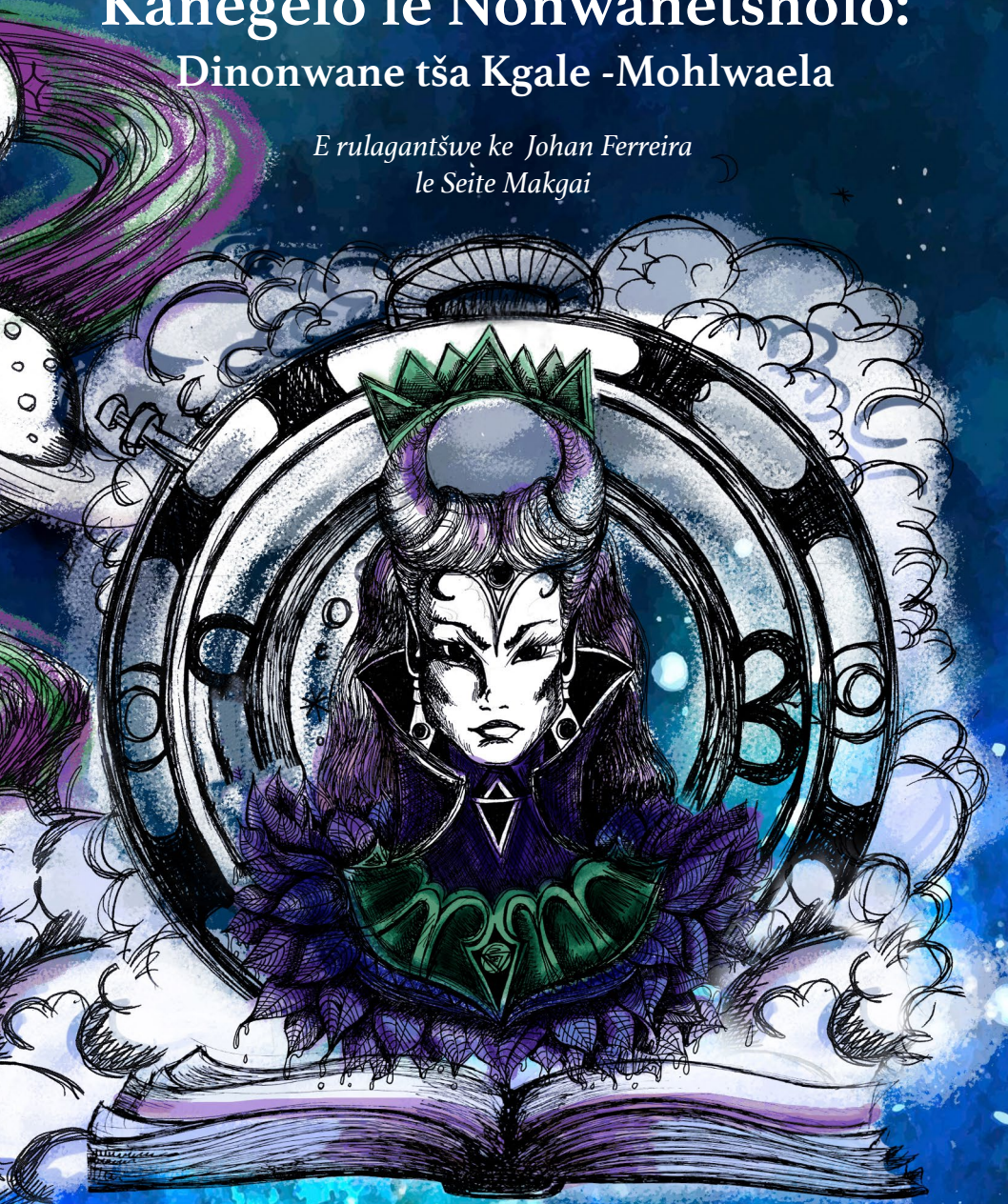




Kanegelo le Nonwanetsholo:

Dinonwane tša Kgale -Mohlwaela

*E rulagantšwe ke Johan Ferreira
le Seite Makgai*



ESI Press
Yunibesithi ya Pretoria, Lynnwood Avenue, Hatfield, Afrika Borwa
<https://www.esipress.up.ac.za>
Tokelo ya Ngwalollo © ESI Press 2026
Ditokelo ka moka di šireleditšwe.

Ga go na karolo ya puku ye e ka tšweletšwago goba ya romelwa ka mokgwa ofe goba ofe goba mokgwa wa elektroniki goba wa motšhene, go akaretšwa le go kopiša le go gatišwa, goba ka mokgwa ofe goba ofe wa boloka tshedimošo goba lenaneo la go hwetša, ntle le tumelelo ya go ngwalwa go tšwa go mophatlalatši.

iv

Letlakala la ka ntle: Michelle Pinto
Diswantšho: Michelle Pinto
Peakanyo le tlamo: Tammy Mooney
E gatišitšwe le go tlemaganywa ka 2026

E phatlaladitšwe la mathomo ke ESI Press 2023

ISBN: 978-0-7961-2832-4 (Kgatišo)
ISBN: 978-0-7961-2833-1 (Puku ya elektroniki / titšitale)

Kanegelo le Nonwanetsholo: Dinonwane tša Kgale -Mohlwaela

E rulagantšwe ke Johan Ferreira le Seite Makga

v



DITENG

Matseno	viii
Dikamogelo	xvi
Barulaganyi	xvi

KAROLO YA 1

Dinonwanetsholo le Dinonwane

Stationaryville le Barwarre ba Babedi	<i>Lebogang Malebati</i>	5
Dinonwane tša Archibald Rubenstein	<i>Jaydean Botha</i>	11
Kgošana ya go Mosepelo wa Setagwa	<i>Mayurie Pandaram</i>	15
Lerato la Go se be Bose la Kgošana AR (2)	<i>Jwalane Noko</i>	21
Dikanegelo tša Statistician ba Dula		
Lefaseng le Leswa ka Botlalo	<i>Thato Magano</i>	25
Modiši le Phiri	<i>Nelis Daniels</i>	31
Phiri le Bana ba Bararo	<i>Tiffany Harzon</i>	37
Lefase la Leswiswi	<i>Ewan Botha</i>	41
Naa o ka Tshela Leporogo?	<i>Ndango Kutama</i>	45
Nonwane ya ARMA Dynasty	<i>Santino del Fava</i>	51
Mohlwaela wa Temporal	<i>Tanya Kleingeld</i>	57
ARIMA	<i>Dylan J. Cuyler</i>	61
Mosepelo wa Kekišo wa Nako ye Telele	<i>Mbekezeli Mazibuko</i>	67



KAROLO YA 2

Kakanyo le Sci-Fi

Z _t le tšweletšo ya Moriti	<i>David Dodkins</i>	73	
Setšhaba sa go Fapafapana	<i>Oghenefejiro Arek-Bawa</i>	79	vii
Gare ga Toropo ya Braamfontein	<i>Dikeledi Rose Motseleng</i>	85	
Osama le Leswika la Mashigo	<i>Ndabeni Mokoena</i>	89	
Nonwane ya Mašole a ARMA	<i>Levasen Reddy</i>	95	
Teko ya Setimela sa go se Sepele	<i>Katlego Tjeane</i>	99	
Mafahla ka Seattle	<i>Ziyanda Khumalo</i>	105	
Molato wa Polao ya Johanistan	<i>Lute Munzhedzi</i>	109	
Kanegelo ya Aria le ARIMAS			
ya gagwe	<i>Ziyaad Lundell</i>	113	
Go fediša go Fetogafetoga			
mo TSA	<i>Stephanus Geyser</i>	117	

Matseno

Mekgwa ya go ruta dipalopalo ya tlwaelo le ditsenogare di akaretša (gomme di nepiša kudu go) go hlaloša teori le go diriša dikgopolo tša mathomo tša dipalopalo. Tše mmalwa di nepiša go kaonafatšeng dikgopolo tše di akareditšwego dithutwaneng tša baithutelatikrii tša bothata. Barulaganyi ba puku ye ba lemogile bohlae bja bokgoni le sekgoba sa bongwadi lenaneothutong la dipalopalo mo dikolong tša thuto ya godimo ya Afrika Borwa. Ba ile ba ikemišetša go oketša mokgwa wa setšo wa teori (le wa tirišo) wa thuto le tšhomišo ya tirišo yeo e šetšwego e šomišetšwe go ditaelo ka kgopolo ye mpsha.

Puku ye e tšwa go protšeke ya go hlola le go beakanya dikanegelo tseo e sego tša nnete tseo di theiwego go diteng go tšwa go lenaneothuto la tshekatsheko ya mohlwaela wa kgale Pretoria (UP). Tšweletšo go tšwa protšekeng ye e ka šoma bjalo ka mothopo wa tlaleletšo wa go ithuta woo baithuti ba UP (le ba bangwe) ba ka o dirišago go hlohleletša kgahlego ye nngwe — le go fokotša dikgonono tseo di dikologilego dikgopolo tše di rutilwego go tshekatsheki ya mohlwaela wa dinako.

viii

Tshekatsheko ya mohlwaela wa dinako ke thutwana ya ngwaga wa boraro yeo e dirwago ke baithuti ba e ka bago ba 300 ngwaga wo mongwe le wo mongwe, gomme e na le baithuti bao ba tšwago go BSc Mathematical Statistics, BSc Actuarial and Financial Mathematics, BCom Statistics and Data Science, le BCom Economics, gare ga tše dingwe. Dikagare di akaretša mohlwaela wa dinako wa go hlaloša data, thoto ya dipharologanyo tša palogare ya tša kgale tša go ama tše diswa, kakanyo ya dimmitlolo tseo di akantšwego, kakanyo, le tshekatsheko ya ya di-model tseo di lekantšwego, ponelopele, le tshekatsheko ya mašaledi.

Ka semestara se tee, baithuti ba ile ba tšea karolo ka boithaopo mo mošongwaneng wa go anega dikanegelo moo dikgopolo tša bohlokwa tša tshekatsheko ya mohlwaela wa dinako di šomišetšwego bjalo ka baanegwa. Baithuti ba ile ba hwetša tlhahlo ye kopana ya go se šitiše, yeo e sego bothata kudu goba tlhahlo ya go ngwala kanegelo ye e sego ya nnete (kanegelo kopana), ka nepo ya go nyakišiša tlhohleletšo ya disenthara tša monagano tseo di bego di sa hlokomelwe peleng tseo

di ka emelago disenthara tša mohuta woo go potlakiša go ithuta le go fokotša letšhogo leo le lemogilwego leo le dikologilego tshekatsheko ya mohlwaela wa dinako. Ka tsela ye, bokgoni bja go ruta le dinyakišišo bo matlafaditšwe mo thutwaneng yeo ngwaga le ngwaga e hlohleletšago baithuti ba BCom, kudukudu, ka go hlola didirišwa tša dithuto tša tlaleletšo tša baithuti ba ka moso, tseo di ngwadilwego ke baithuti gomme di beakantšwe ke bafahloši (banyakišišibagolo mo protšekeng ye). Thuto ya semmušo e akaretšwa ka tsela ya thuto ya semmušo ya magareng ga baithuti ka tshepedišo yeo e thekgago thuto ya boitlhamelo, yeo e theilwego go diprotšeke, le go ithuta ga dikarolo tša go phatlalala.

Ditlhalošo tše dingwe tseo di hlalošago (Cryer le Chan 2008):

Mohlwaela wa dinako

Data yeo e hweditšwego go tšwa go ditekolo tseo di kgobokeditšweng ka tatelano ka dinako, gantši ka dikgala tše di lekanago magareng (mohlala, ditheko tša dithoto tša go tswalela tša letšatši le lengwe le le lengwe, lebelo la phefo ka iri, le dipalo tša ngwaga tša dibjalo goba tšweletšo ya diphoofolo). Boleng gantši bo emelwa ke X_t , yeo e laetšago boleng bja mohlwaela wa dinako, gomme setšupo sa t se laetša nako ya tekolo. Ka kakaretšo, go na le lereo la phošo la go oketša leo le šupago ka a_t , yeo e emelago "ka sewela" tseo di dulago di se a hlalošwa ke mmotlolo ka bowona. Lereo le la phošo la go oketša le dutše le bitšwa "lešata le lešweu".

ix

Mmotlolo wa dipalopalo woo o šomišago data ya go feta go akanya data ya ka moso

Mokgwa wa mmetse wa mmotlolo wa X_t wo o theilwego go ditekolo tša wona tša go feta, sucs X_{t-1} ; ya tirišo, boela morago X_t ka bowona ka dintlha tša go feta ka nako.

Palogare ya Go sepela

Mokgwa wa mmetse wa mmotlolo wa X_t wo o theilwego go ditekolo tša nako ya go feta ya mareo a phošo go swana le a_{t-1} .

Ditshwano gare ga Tiro (ACF)

Tšweletšo ya dipalopalo yeo e bontšha kamano gare ga ditekolo gare ga

X_t le X_{t-k} , mohlala ge ditekolo go mohlwaela wa dinako X_t di t-k di arogana ka dinako tša go fapafapana.

Ngangišano ya Dickey-Fuller (ADF)

Teko ya dipalopalo ya bohlokwa bja go laola ge e le gore mohlwaela wa dinako X_t o na le modu wa yuniti.

Ditlhalošo tše dingwe tša methopo ye mennyane go mareo le dikhutsofatšo ka pukung ye di ka hwetšwa ka go Cryer le Chan (2008).

Nepo

Nepo ya protšeke ye e be e le go thuša kgoboketšo ya dingwalwa tša dikanegelo tseo e sego tša nnete tseo di kgathilego tema moo dikarolo le dikgopolo tša kanegelo ya dikanegelo di tšewa go tšwa go didirišwa tša.

Maikemišetšo

Maikemišetšo a protšeke e be e le:

- go kaonafatša go ithuta ga moithuti yo a šomago ka didirišwa tša thuto tseo di swanetšwego go dirwa;
- Go hlohleletša baithuti go tšea bong ka mokgwa wa go ithomela, ka ga ka moo maitemogelo a bona a thuto a ka thekgwago ka mokgwa wa go ithuta ga badirišani moo go thekgilwego go protšeke;
- go fokotša bogolo bja kgonono le letšhogo ka ga thutwana go \ baithuti ba ka moso; le
- laola go maitemogelo a go tsenelela a go kgatha tema ga moithuti ga diphetogo tša monagano go latela tshepetšo ya boithomelo ya go šogana le dikgonono le maitshwaro a go ithuta ka go diteng tša thutwana.

Dinepo

Dinepo tša protšeke e be e le go:

- kgoboketša, rulaganya, le go lokiša dikanegelo tseo e sego tša nnete tseo di ngwadilwego ke baithuti tseo di tšwago go karolo ya mohlwaela wa dinako;

- phatlalatša kgoboketšo ye ya dikanegelo ka ESI Press bjalo ka puku ya semmušo ya go kgatha tema ga baithuti;
- šomiša sedirišwa se ka go dithutwana tše di sepelelanago gošomišwa ke baithuti le go kaonafatša ka moso;
- tšwetšapele poelo ye e tšweeditšwego ya protšeke ye khonferenseng ya bosetšhaba; le
- kwešiša, ngwala, le go lokiša maitemogelo a go kgatha tema ga baithuti kagokarolotšedintšitšatseboletlaleletšoya boithomelogo thutwana ya boithutelatikrui ya gofimo mo karolong ya dipalopalo.

Go protšeke ye, baithuti ba filwe tshedimošo ka tsela ye:

Ngwalang kanegelo ya mantšu a ka bago 1000 (matlakala ao e ka bago 1.5 a A4) bjalo ka ge o ka re ke "kanegelo ya go robala" ya moratho wa gago goba motswala wa gago o ka bago o na le yena. Kanegelo ye e swanetše go šomiša "baanegwa" go tšwa go karolo ya mohlwaela wa dinako go tšwa go dithuto tša bogolo bja pele. Kanegelo ya gago e swanetše go ba le moanegwathwadi, molwantšhi, gomme e beakanyetšwe lefaseng le e sego la nnete/la nnete/ naga/lefelo la kgetho ya gago.

Dilo tše di itšego tseo ke tla bego ke di lebelela (eupša o se ke wa dumelela gore di thibele bokgoni bja gago bja go ihlamela):

1. *Go na le baanegwa/mafelo a itšego ao a amanago thwii le dikgopolo tša mohlwaela wa dinako (mohlala, ARIMA(0,1,0) ke molwantšhi!);*
2. *There is a natural link between the story and the course content of time-series; Go na le kgokagano ya tlhago magareng ga kanegelo le dikagare tša thutwana ya mohlwaela wa dinako;*
3. *Kanegelo e hlamilwe gabotse; le*
4. *Kanegelo e fela ka tharollo ye nngwe (moanegwathwadi wa mosadi o fenyja moloi yo mobe, mohlala).*

Ga se gore o swanetše go ba mongwadi yo mogolo go tšea karolo mošomong wo. O hloka fela go ba wena le go nyaka go leka go ba le boitlhamelo bo bonyenyane. Dintlha tše di itšego: O ka ngwala kanegelo ye ka polelo ya gago ya gae, goba ka Seisimane. Ge e le ka polelo ye e fapanego le Seisimane, ke ikana go leka ka maatla go hwetša phetolelo ya maleba go ya go Seisimane. O lokologile go romela dikanegelo tša go feta e tee, efela hle di romele ka go di aroganya.

Mokgwa wo o latelwago ka morago ga go amogela mešomo ya baithuti e be e le go bala, go swayaswaya, le go rulaganya kanegelo ye nngwe le ye nngwe go aga le go lokiša puku ye e kopanego, ye e beakantšwego le go kgatha tema ye e thušago nepo ya mafelelo ya e sego fela puku ya dikanegelo ye e kgathilego tema, eupša e šomago gape bjalo ka sedirišwa sa thuto se seswa seo se sa tšogo hlangwa le go rulaganywa ka gare ga sethuto sa matseno sa tshekatsheko ya dinako. Baithuti ba be ba lokologile go tšea karolo (ga go na go kgatha tema ga kgapeletšo).

Ba be ba swanela go fa tumelelo ye e lego pepeneneng gore dikanegelo tša bona di ka šomišwa mabakeng a dinyakišišo gammogo le tumelelo ya gore go na le kgonagalo ya go ka gatišwa. Go tšwa phaphošing ya baithuti bao ba ka bago 300, go amogetšwe dikgopolo tše di fetago 30, moo baithuti ba 23 ba dumeletšego gore mošomo wa bona o akaretšwe pukeng ya mohuta wo. Barulaganyi ba beakantše dikgopolo ka dikarolo tše pedi tše di fapanego (Karolo ya I: Dinonwanetsholo le Dinonwane le Karolo ya II: Dikanegelo tša Boikgopolelo le tša Saense) go ya ka mokgwa wa kakaretšo le kgopolo ya mošomo wo o rometšwego, wo o sepelelanago le mehuta ye e tumilego ya dikanegelo tše di sepelelanago le dikanegelo tša nako ya go robala.

Khuetšo

Khuetšo ya protšeke e be e le ye e latelago

- Baithuti ba na le mothopo o moswa wa tlaleletšo oketšegilego le go ithuta.
- New students can refer to the experiences of former students, leading to informal peer learning. Baithuti ba baswa ba ka lebelala maitemogelo a baithuti ba peleng, gomme seo sa dira gore go ithuta ga badirišani moo e sego ga semmušo.
- Diteng tša thutwana di ba bohlokwa ka mokgwa wa boitlhamelo, gomme seo se hlohleletša maitemogelo a dikarolo tše dintši go disaense tša tshekatsheko.
- Mo ngwageng wa boraro ka go thuto ya dipalopalo, baithuti ba šoma ka bokgoni bja monagano (go nagana ka boitlhamelo) bjoo bo sa lekolwego gantši mo karolong ye.

Moithuti yo mongwe le yo mongwe o tliša bokgoni bja go ithuta bjo bo fapanego phaphošing ya borutelo (e kgolo goba e nnyane). Ka lebaka leo, go diriša mekgwa ye e fapafapanego ya go ruta go bohlokwa bakeng sa tikologo ya go ithuta ye e šomago gabotse. Šedi, polelo, kgopolo, le go nagana ga maemo a godimo ke dikarolo tše nne (go tšwa go tše tshela) tše bohlokwa tše di amago tshepedišo ya go ithuta. Sedirišwa sefe goba sefe goba tikologo ye e kopanyago dikarolo ka moka tše nne e bohlokwa bakeng sa maitemogelo a go ithuta. Saense ya go anega dikanego tše dibotse e nyaka tše tše nnè ka moka, ge e se tše tshela ka moka tša dikarolo.

Go nepišiša dipalo tša tlhamo ya dikanegelo go ditheknolotši tša dipalo go bile le kgahlego kgauswanyane (Albano le Pierri 2017; D'Andrea le Waters 2002; Lashari le ba bangwe 2022; Sherwood 2018). Se se dumelela baithuti gore ba oketše thuto ya bona lefapheng la temogo ka mabokgoni ao a tiilego ao a šetšego a hweditšwe lefapheng le lengwe. Athekele ye e phatlallditšwego ke Harvard Business Publishing (Peterson 2017) e gateletše saense ya kanegelo ya dikanegelo. Go boletšwe athekeleng ye e rego dikhemikale tša bjoko, tša go swana le kothisololo (homouna ya kgatelelo ya monagano, eupša mo lebakeng le e oketša mošomo wa kgopolo), oksithosini, le dopamaene di a godišwa ge motho a bala kanegelo. Dikhemikale tše tša bjoko di thuša ka go tišetša mogopolo, go boloka šedi, le go laola le go matlafatša dikarabo tša maikutlo.

Dinyakišišo di nepišitše kudu go go šomiša dikarolo tša tirišano le go kgatha tema dikanegelo tše o sego nnete thutong ya pele ga sekontari (Blackburn 2015) le tše dintši thutong ya motheo (Lemonidis le Kaiafa 2019). Banyakišiši ba bangwe ba lemoga gore dikanegelo tše o sego tša nnete di ka tšoša kgahlego, tša fokotša letšhogo, le go hlohleletša go kgatha tema tshepedišong ya thuto (D'Andrea le Waters 2002; Lemonidis le Kaiafa 2019). Thutong ya godimo, go bile le nepišo go dipuku tša diswantšho le bobegaditaba bjo bongwe bja titšitale (Albano le Pierri 2017; Walters et al. 2018). Karanasiou et al. (2021) ba nyakišišitše ditlamorago tša go anega dikanegelo thutong ya godimo. Dikutollong tša bona, go anega dikanegelo go bonwe bjalo ka sedirišwa se se šomago sa go ruta le go ithuta. Go hweditšwe go šoma kaone go baithuti bao ba nago le bokgoni bjo bo phagamego bja go gopola. Karanasiou le ba bangwe. (2021) ba hlalošitše dikanegelo

goba go anega dikanegelo bjalo ka sedirišwa sa go dira gore go be le tlhalošo ya kwešišo ya gago le maitemogelo a gago a go ithuta.

Bontši bja go kgatha tema ga baithuti go ka kgatha tema go dingwalwa tša go anega dikanegelo bjalo ka mokgwa wa go ruta ka gare ga disaense tša tshekatsheko — kudu dithutwaneng tša godimo tša baithutelatikrii tša dipalopalo. Lefaseng leo mathata a lego bothata go a rarolla, dipalopalo e dula e le karolo ya go tšhoša le go se kgahliše ya ka godimo ga dithutwana tša mathomo (Kruppa et al. 2021; Lemieux 2020). Kgahlego ye e ikgethilego ya go utolla dikanegelo tšeo e sego tša nnete go dithuto tša godimo tša dipalopalo tša baithutelatikrii e ka ba motheo wo mongwe (yeo kgatelelo e lego fase) ya go ruta le go ithuta. Kudu, nyakišišo e beakantšha go anega dikanegelo bjalo ka tlhako ya bohlokwa ya go dira poledišano ya dipalo. E dumelela barutiši (bafahloši) le baithuti go abelana tsebo ya nako le nako ye sego ya semmušo le go hlohleletša go ithutana ga maloko.

Johan Ferreira le Seite Makgai, 2023

Methopo

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.

Methopo

ESI Press (Andrea du Toit & Carika Middelberg)

Basekaseki

Scholarship of Teaching and Learning Grant, University of Pretoria,
2022

Motshwantshi

Setlhophla sa baranodi

The Centre of Excellence in Mathematical and Statistical Sciences,

Yunibesiti ya Witwatersrand

Dr Iketle Maharela



Ka ga barulaganyi

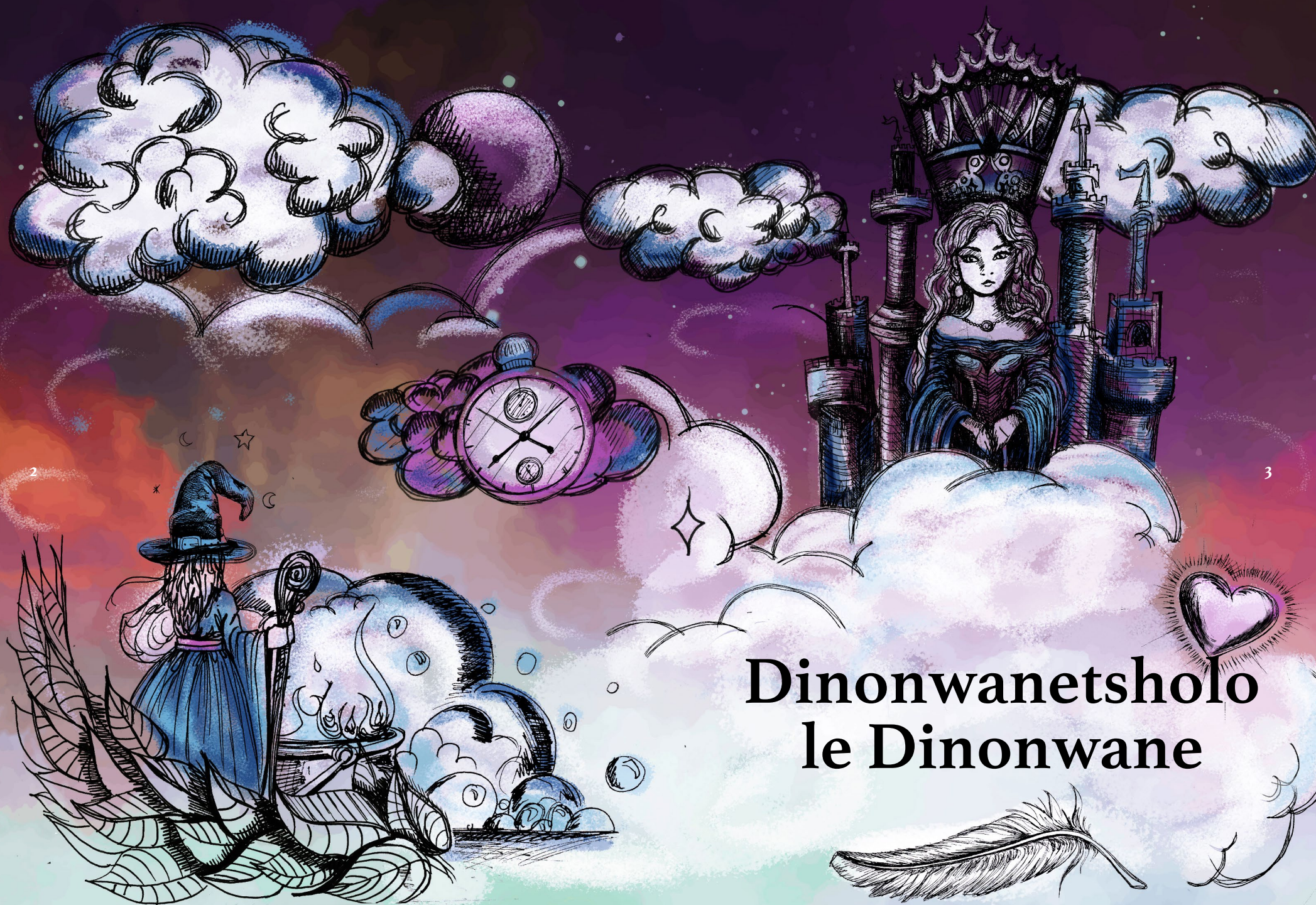
xviii

Johan Ferreira ke mothušaprofesa ka Kgorong ya Dipalopalo, Yunibesithing ya Witwatersrand, Afrika Borwa. Gape ke Mokgokaganyi wa Karolo ya Nepišo ya Baswa ya Teori ya Dipalopalo le Dipalopalo tše di Dirišitšwago, yeo e lego karolo ya Senthara ya Bokgoni bja Dipalo le Saense ya Dipalopalo, yeo e lego Yunibesithing ya Witwatersrand ka Johannesburg. Ke modirišani wa ASLP 4.1/4.2 wa Future Africa gomme ka 2016, o ile a hlaolwa bjalo ka yo mongwe wa Maafrika Borwa a 200 ba ka fase ga mengwaga ye 35 ke kuranta ya Mail & Guardian legorong la Thuto.

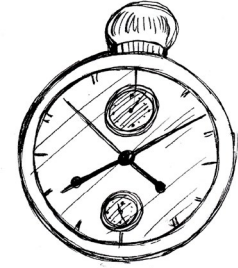
Seite Makgai ke madipalopalo wa dipalo le mofahlošimogolo ka go Kgoro ya Dipalopalo Yunibeithing ya Pretoria. Dithuto tša gagwe di akaretša BSc in Actuarial and Financial Management Sciences, BSc (Hons) le MSc in Mathematical Statistics. Ka 2020, o phethile PhD ya gagwe mo Dipalopalo tša Dipalo mo Yunibesithing ya Pretoria.

KAROLO YA 1

I



Dinonwanetsholo
le Dinonwane



Stationaryville le Barwarre ba Babedi

ka Lebogang Malebati

Kgale kgale, nageng ye kgole le ya boselamotse yeo e bitšwago Stationaryville, go be go dula barwarre ba babedi. Maina a barwarre e be e le $AR(1)$ le $AR(2)$ gomme e be e le karolo ya lapa la go ikgantšha la Autoregressive; lelapa leo le be le ikgantšha ka go se šute le šikenyege mo Stationaryville. Lapa la bona le be le rata gape go ba le nnete ka kakaretšo mo dulong.

$AR(1)$ e be e le yo mogolo go $AR(2)$. Barwarra ba be ba ratana kudu ebile ba be ba hlokomelana ka mehla. Ba be ba dira se sengwe le se sengwe mmogo. Ba be dira dilo ka moka mmogo. Ba be ba bapala mmogo, ba sega mmogo, ba eja mmogo, ebile e le bagwera ba bagolo.

Letšatši le lengwe morwarre yo mogolo, $AR(1)$, o boditše morwarre wa gagwe yo monnyane gore o nyaka go tšea leeto la Mohlwaela wa Nako le yena — leeto leo le sepelago ka nako. $AR(1)$ o boditše morwarre wa gagwe yo monnyane gore a sepele le yena ka gobane o lemogile gore ka moka ga bona ba kgona go sepela, seemo seo se sa dumelelwago mo Stationaryville. Ka gobane barwarre ba be rata go iteka mahlatse mmogo gomme ebile ba be ba nyaka go ya leetong la go nyaka go ema, $AR(2)$ o ile a tšea sephetho sa gore o tla tšea leetong le le botse la Mohlwaela wa Nako le Time-Series le morwarre wa gagwe.

Leeto le le be le tla leka tlhohleletšo ya bona le bohlae bja bona, ka gona barwarre ba be ba swanetše go lekola dilo tše dingwe ka bona pele ba sepela leeto la go iteka mahlatse. Barwarre ba be ba gopola gore ba swanetše go ba le nnete ka kakaretšo ka gobane ba tšwa lapeng la Autoregressive. Gape, ba be lemogile gore ba na le maatla a μ . Maatla a μ a bolela gore ba tla ba le boleng bjo bo lebelaganego bja μ . Gomme go se na taba gore ba be ba dira eng, boleng bja bona bjo bo letetšwego e be e tla ba μ .

Barwarre bao ba godišitšwego lapeng le tee, eupša ka dinako tše dintši ba a fapana. Barwarre ba ba be ba fapana ka nnete ka gore AR(1) o be a na le kgautšo o tee, gomme AR(2) o be a na le kgaotšo tše pedi. Le ge go le bjalo, barwarre ba be ba tseba gore ba ka šomiša phapano ya bona go matlafatšana, gomme diphapano tše di be di tla ba thuša leetong la Mohlwaela wa Nako. Barwarre ba be ba tseba gore ge ba ka šomišana mmogo, ba be ba ka se kgonwe go thibilwa.

Ge barwarre ba tšea leeto la Mohlwaela wa Nako go hwetša go se šute, ba ile ba kgakgelwa lefaseng la Invertibility. Lefase la Invertibility le be le na le mohlokamedi yo bohlae yo a šireletšago maatla a lona. Na o ka akanya gore maatla ao e be e le afe? Ke Invertibility, ka tlhago. Barwarre ba boditše mohlokamedi gore ke ka lebaka la eng ba be ba le leetong leo, gomme ka ge mohlokamedi a be a le bohlae ebile a be a na le pelo ya botho, o ile a tšea sephetho sa go fa barwarre maatla a Invertibility.

Mohlokamedi o ba boditše: Ka ge le le ba lapa la Autoregressive, gomme ka ge ke bona ka moo le šomago ka maatla ka bobedi leetong la lena, ke tla le fa bobedi ba lena maatla a Invertibility. Efela le nkwe gabotse. Swaraganago mmogo bjalo ka barware gomme le šomiše maatla a lena a maswa ka bohlae.

Barwarre ba lebogile mohlokamedi gomme ba tloga nageng ya Invertibility go tšwela pele ka leeto la bona la Mohlwaela wa Nako. Ge barwarre ba tšwela pele leetong la bona ge nako e sepela, mafelelong ba fihlile Seferong sa Stationarity. Go šireletša sefero se le maatla a sona e be e le moloi o mobe yo a bitšwago Station-Nation. Station-Nation e be e le moloi o monnyane yo a bego a sa nyake go abelana maatla a gagwe ntle le ge maemo a gagwe a kgotsofatšwa.



E be e le moloi yo a bego a kgetha kudu - moloi yo a kgethago yo go lego bothata go mo kgotsofatša. Statistician o ile a kwa ka mathata a barwarre, ka mabarebare, gomme a thoma go ba nyatša.

Ke kwele gore lena bašemane ga le eme. Go tla bjang gore le se eme eupša le dule Stationaryville? Barwarre ba be ba tseba gore moloi o be a nepile, eupša ba mo mmotša gore ba tla dira se sengwe le se sengwe gore ba eme. Moloi o bone boikgafo bja bona bjalo ka sebaka sa go ba beela molaba.

Statistician o ba boditše: Ka ge lena ba babedi le le barwarre, eupša le fapana ka tsela tša lena, ka moka le na le maatla a g ikgetha. Le swanetše go šomiša maatla a a go ikgetha go le thuša go hwetša maatla a Stationarity. Ge le ka mpotša ka moo le ka šomišago maatla a, ke tla le fa mpho yeo le e nyakago. Eupša, ke a tseba gore le tla palelwa.

Le ge barwarre ba be ba tšhoga, ba ile ba amogela kabo ya moloi, gomme ba gopola seo batswadi ba bona ba ba boditšego ge e sa le bašemane: gore bobedi bja bona ba belegwe ka maatla a go ikgetha, maatla ao a ka ba dirago gore ba eme.

AR(2), a naganišiša ka pela, a nagana ka pela ka seo se ka mo dirago gore a eme. O boditše moloi gore dilo tše tharo di ka mo dira gore eme. AR(2) o boditše moloi, "Ge nka šomiša maatla a ϕ_1 le ϕ_2 , gona nka ema. Sa mathomo, ke swanetše go netefatša gore $\phi_2 + \phi_1 < 1$. Sa bobedi, ke swanetše go netefatša gore $\phi_2 - \phi_1 < 1$. Sa mafelelo, selo seo se dirago gore se be se botse kudu, ke gore - $1 < \phi_2 < 1$ ".

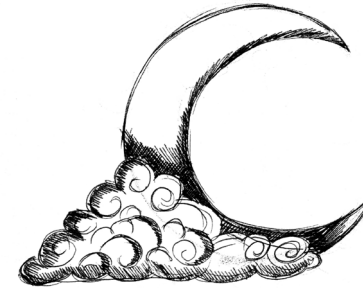
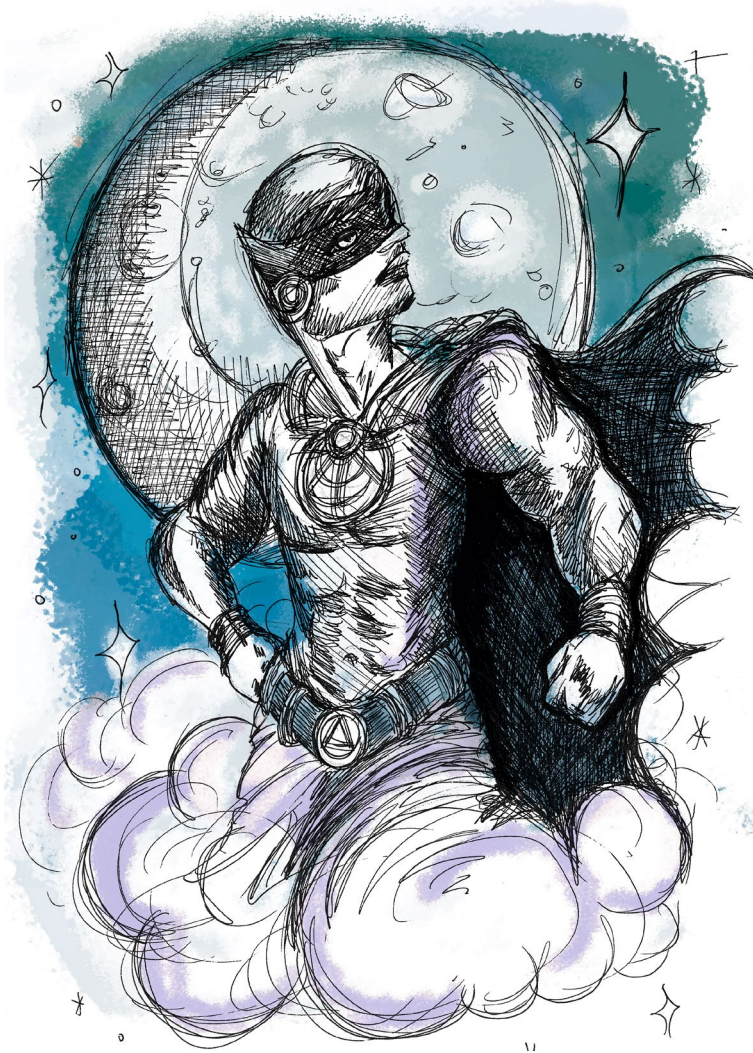
Moloi o ile a makatšwa ke gore AR(2) o fetile teko ya gagwe gomme a mo fa maatla a Stationarity.

Go be go le bothata go AR(1) go gopola maatla a gagwe, eupša ka hlohleletšo le thekgo ya moratho wa gagwe, o ile a gopola: "Aha, wena moradia, ke tseba maatla a ka. Gore ke eme, ke swanetše go šomiša maatla a ka a go netefatša gore - $1 < \phi < 1$."

Moloi o be a tseba gore morwarre o be a nepile, gomme ka gobane o be a tlangwa ke maatla a gagwe go phethagatša tšhepišo ya gagwe, le yena o ile a fa AR(1) maatla a Stationarity go AR(1).

Barwarre ba be ba thabile kudu gore ba fentše moloi gomme ba kgonne go hwetša maatla a Stationarity go tšwela pele ba phela ka Stationaryville. Ba ile ba boela gae ba phela ka lethabo Stationaryville.





Dinonwane tša Archibald Rubenstein

ka Jaydean Botha

Kgalekgale, ka kopanong kgole, kgole mo go bitšwago Forcastanation, go be go dula mošemane yo mongwe yo a bitšwago Archibald Rubenstein. Go balapa la gagwe le bagwera, o be a tsebega bjalo ka AR. Mosegare, AR e be e le moithuti wa tlwaelo yo a bego a dira mešomo ya gae gomme a bapala ka ntle le bagwera ba gagwe ka morago ga legae. Motho a ka re e be e le motho yo a dulago a swaregile, goba motho a ka re e be e se motho wa go dula lefelong le tee. Eupša bošego, AR e be e le selo se sengwe le se sengwe, eupša motho wa tlwaelo.

AR o be a fetoga go ba molwantši wa bosenyi bošego, a boloka maphelo gohle gohle moo a bego a eya gona. O be a na le maikutlo ao a bego a mo tsebiša ge motho yo mongwe a le kotsing - mohuta wa maatla a magolo. Ka moo, o be a dula a lebelela, a phaphame, gomme a hlokomela. Tekolo ya gagwe e be e fokotšega gannyane bošego ge a thoma go lapa.

Ka bošego bjo bongwe bo itšego, o ile a lemošwa ka maatla a gagwe a ka gare gore motho yo mongwe o be a le kotsing. O ile a kitima ka pela go ya lefelong leo gomme a bona monna yo a sa tsebegego a sepela a lebile mosetsana yo a se nago molato yo a a bego a boa gae go tšwa

mošomong. A re bitše monna yo Monna wa go no Sepelasepela. Bjalo ka tlwaelo, ge AR a fihla lefelong leo, o ile a sekaseka kotsi le bošoro bja seemo seo. Ge a dira seo, o ile a lemoga gore monna yola o be a sepela ka tsela yeo o ka se kgonego go bona kgato ya gagwe ya go latela. O ile a tšea kgato e tee go la ngele, ke ge a boa morago, ke ge a ya pele dikgato tše pedi, e bile go feta fela - a sepela bjalo o ka re o tagilwe.

Ka nako ye e latelago, thekisi ya ema kgauswi le mosetsana yo a se nago molato. Monna wa go no Sepelasepela o ile a kitimela go ya go yena a mo lahlela ka gare ga thekisi. O ile a raga le go goeletša, a leka go mo lwantšha, eupša o be a se na maatla a mantši gomme mafelelong o ile a ineela. Monna wa go no Sepelasepela o ile a tswalela lemati, gomme thekisi e be e sa le go na le go sepela ka lebelo, AR o ile a tshelela godimo ga yona a swarelela ka godimo ga yona.

AR o ile a lemoga gore ye e be e se ntwae yeo a bego a tla e fenywa a le noši. O be a nyaka thušo. Ke mang yo a bego a ka mo thuša bokaone go na le mogwera wa gagwe yo mobotse kudu Martin Arlington, yo a tsebjago ka MA? Mmogo MA le AR ba be ba sa ka ba emišwa. Ba be ba tsebjaga bjalo ka dinkgwete tše dikgolo tša Forecastation. Dikuranta tše dingwe di ile tša thoma go ba bitša baetšela molao ka matsogong ba ARMA.

Ge MA a amogela mogala wa ga AR, o ile a tlogela tšohle tšeo a bego a di dira gomme a kitimela go yo thuša mosetsana yo a se nago molato. Ka mahlatse, MA o be a sa robale ka gobane bokgoni bja gagwe bja go dula a phaphame le go dula a phaphame bošego bo be bo sa lekane le bja AR. MA o be a kgona go dula a hlokomela diiri tše mmalwa bošego, eupša ka morago o be a robala gomme a se ke a tsoga go fihlela gosasa.

Ge MA a fihla lefelong la AR, le yena o ile a tshelela ka godimo ga koloi. Ba ile ba rulaganya leano la go dira gore ba kgone go tsena ka thekising ka lefestereng la monamedi. Bobedi ba ile ba tshelela ka gare, MA o ile a lwa le mootledi mola AR a kitimela morago moo Monna wa go Sepelasepela a be a eme gona. Koloi e ile ya dikologa tseleng ge MA a leka go e laola. Mafelelong, o ile a tlelwa ke maatla, gomme o ile a kgorometša mootlodi setulong gomme a mo kgoromeletša ka ntle ga



lelati. O kgonne! O ile a kgona go laola thekisi.

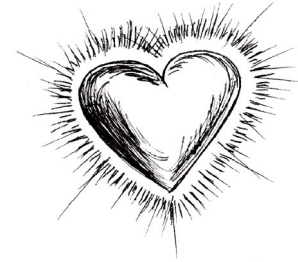
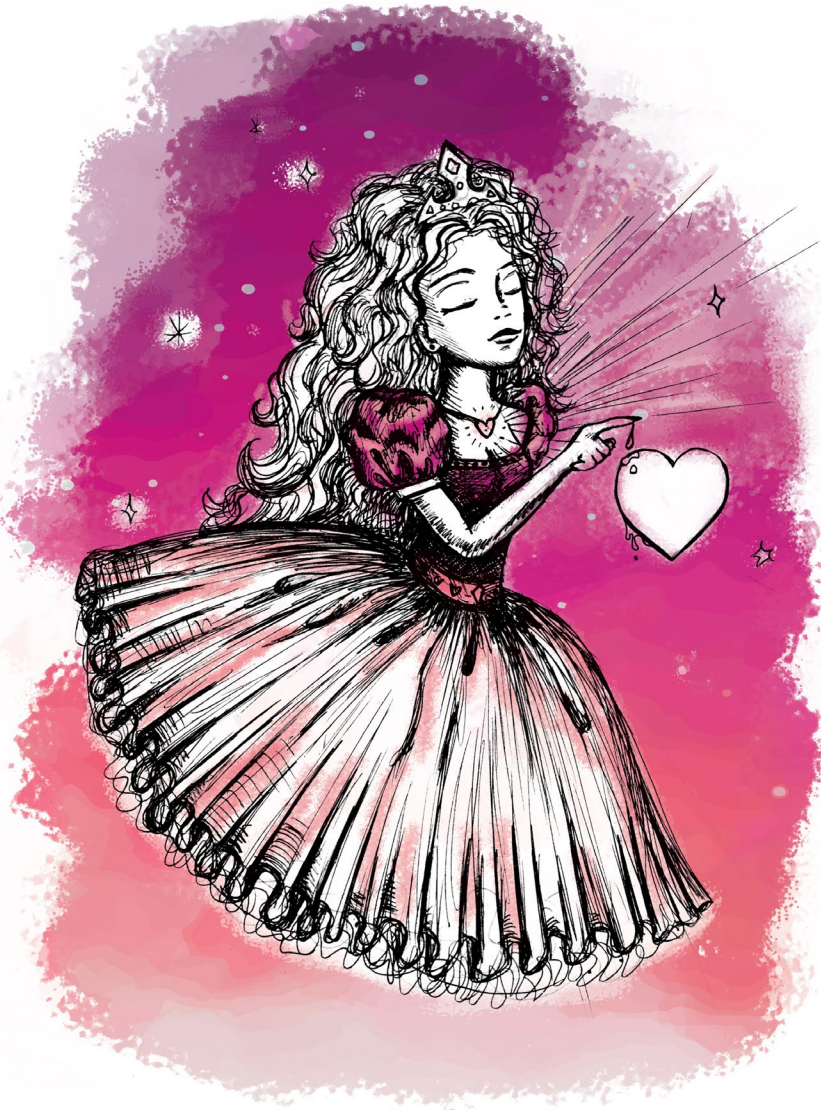
Ka nako yeo, AR o be a sa dutše a elwa le Monna wa go Sepelasepela kwa morago ga thekisi. Monyako wa morago wa thekisi o ile wa bulega, gomme AR o be a le kgauswi le go wa ge mosetsana a mo swara letsogo gomme a mo gogela morago ka gare ga thekisi. Ka morago ga go koketlela gape, AR o ile a tseba seo a swanetšego go se dira. O ile a raga Monna wa go Sepelasepela ka morago, a mo gapeletša go ya lebating la ka morago la thekisi. Monna wa go Sepelasepela a a tšea magato a mane go ya pele gomme a wela ka ntle ga thekisi.

Mosetsana yo a se nago molato o ile a lebelela AR ka mahlo a magolo a tšhogile kudu. O ile a kgona go bolela fela: 'Ke a leboga, baitšeeka molao ka matsogong ba ARMA.'

AR le MA ba ile ba bošetša mosetsana ntleng ya batswadi ba gagwe. Pele ba tloga ntleng ya batswadi ba gagwe, AR o ile a botšiša mosetsana leina la gagwe, gomme o ile a mmotša gore ke White Noise, leina le le loketšego mosetsana yo a se nago molato.

Matšatši a mmalwa ka morago, AR o ile a bona ditabeng gore Monna wa go Sepelasepela le badirišani ba gagwe ba swerwe.

AR le MA ba tšwela pele go lwantšha bosenyi go fihla lehono. Ba tsebjaga bjalo ka baitšeela molao ka matsogong ba ARMA, gomme ba phološitše maphelo a batho bao ba se nago molato le go lahlela banna ba babe kgolegon.



Kgošana ya go Mosepelo wa Setagwa

Ka Mayurie Pandaram

Kgalekgale, nageng ye e lego kgole, kgole kudu, go be go dula kgošigatšana yo a be a lora go phela bophelo bjo a ka bo ikgantšhago ka bjona.

Tatagwe e be e le kgoši ya setšhaba sa Autoregressive (AR), mola mmagwe e be e le kgošigadi wa setšhaba sa Moving Average (MA). Ge batswadi ba gagwe ba nyalana, ba ile ba hloma kopanelo ye e tiilego gare ga ditšhaba tše pedi, ba fetola maina a ditšhaba ba di dira setšhaba se tee: setšhaba sa Autoregressive Moving Average (ARMA).

Kgošigatšana, Esmeralda, e be e le leporogo gare ga ditšhaba tše pedi gomme o be a lebeletšwe go buša setšhaba sa ARMA ka morago ga batswadi ba gagwe. Le ge go le bjalo, go be go na le bothata bjo bo nnyane lenaneong leo: o be a se na kgoši ye a ka bušago le yena ge a fetoga mmuši. Ka fao, Esmeralda o ile a romela tsebišo lefaseng ka moka gore o tla nyala yo mongwe le yo mongwe yo a ka mo laetšago gore pelo ya gagwe e hlwekile.

Batswadi ba gagwe ba be ba buša naga yeo bohlweki bja pelo bo bego bo elwa ka dipelo tša baagi (ditshepedišo) di be di na le lešata le lešweu goba aowa. Ge di be di na le lešata le le lešweu, leo le tsebjago bjalo ka Mosepelo wa Setagwa, ba be ba tšewa bjalo ka bao ba sego ba hlweka pelong.



Bjale, setšhaba sa ARMA se be se sa dumelelane le setšhaba se sengwe: setšhaba sa Autoregressive Integrated Moving Averages (ARIMA). Mola setšhaba sa ARMA se be se na le khutšo gomme se kgomarela ditšo tša sona tša letšatši le letšatši (tša go se fetogefetoge), setšhaba sa ARIMA se be se rata go leka mellwane ya saense ka go sepela pele ka mehla (non-stationary). Setšhaba sa ARMA se be se dumela gore setšhaba sa ARIMA se be se sepela se tlogela seo e bego e le tlhago ka ditšwelopele tša sona tšohle tša saense.

16

Kgošana ya kanegelo ye, Rohan, e be e etšwa go ARIMA. Ge a ekwa ka phatlalatšo ya kgoši ya basadi, o be a kgahlwa.

"Naa ke tla itšhupa bjang go kgošigatšana yoo a nago le pelo ye botse kudu ge ke etšwa setšhabeng seo batswadi ba gagwe ba sa se amogelego?" o be a ipotšiša.

Rohan o be a sa tsebe gore tatagwe, Kgoši Salmaan, o be a bone kgahlego ya morwa wa gagwe ka phatlalatšo ya kgošigatšana ye ya ya naga e šele. O be a ikemišeditše go thibela Rohan gore a se ke a itšhupa go Esmeralda ka mekgwa yohle. O be a dumela gore ge Rohan a ka kopana le kgošigatšana ye gomme a mo nyala, setšhaba sa ARIMA se tla tlašega kudu, gomme ditšwelopele tšohle tša saense tšeo a bego a kgothaletša setšhaba sa gagwe gore se di fihlelele ka fase ga pušo ya gagwe di tla lebalwa gomme di emelwe legato ke go ikgotsofatša. Ka fao, Kgoši Salmaan o thomile go rulaganya leano la go thibela Rohan gore a se ke a kopana le Esmeralda. Leano la Kgoši Salmaan le be le bonolo kudu, efela le be le se thwii: dira gore Rohan a dumele gore Esmeralda a ka se tsoge a mo nyetše, le ge a ka itšhupa gore o na le pelo ye e hlwekilego.

Letšatši le lengwe, Kgoši Salmaan o beditše Rohan ka phapošing ya gagwe ya bogoši go boledišana ka bokamoso bja setšhaba sa ARIMA. Rohan o be a sa tsebe gore tatagwe o tla šišinya ka bonolo gore leloko la gagwe le be le le kgole kudu le bogoši gomme ka fao pelo ya gagwe e be e se ye e hlwekilego.

"Morwa, ntšeele puku yeo e ngwadilwego 'Diteko tša Bodimo'," Kgoši Salmaan o botšitše Rohan, a šupa ka šelfong ya dipuku ka letsogong la gagwe la go ja. Rohan o sepetše a ya kgauswi le šelefo ya dipuku a tšea puku ye kgolo ka matsogo a gagwe ka tseleng ye bonolo. "Ke eng se, Papa?" Rohan o botšitše ka pelo ye e hlwekilego. "Ye ke puku ye e nago le moloko wa badimo wa bogoši, Rohan. Bošego bjo, o tla ithuta ka lelapa le le kgethilwego go eta pele batho ba rena."

Go nyaka go tseba ga Rohan go ile gwa tšhošwa, gomme tatagwe o ile a mo theeletša ka botlalo.

"Nakong ya kgale, ge nako ya Mohlwaela wa Nako e sa tšo thoma. Rohan, o kgethile moloko wo o hlwekilego kudu wa ARIMA go buša setšhaba sa rena. Mengwaga ye mentši ba ile ba buša ka kgatelelo, ba dira dikgato tše telele mo tšwetšopelong ya disaense. Letšatši le lengwe, ntwaga ya ka gare ya naga e ile ya thoma, gomme lelapa la bogoši le ile la gapeletšwa go tšhaba. Go dumelwa gore moloko ka moka wa bogoši o ile wa fela bošegong bjoo bja masetlapelo. Gosasa ga moo, monna yo a thomilego ntwaga, rakgolo wa gago, o ile a tšea bogoši bja ARIMA, gomme go tloga letšatsing leo, lelapa la rena e bile lona fela leo le bušago ARIMA."

"Tate, a o re lelapa la rena ga sa nka ya ba moloko wa mathomo wa bogoši? Re be re se le ge e ka ba batswala ba lapa la bogoši bjalo ka ge o mpoditše ge ke sa le yo monnyane?" Rohan a botšiša, a lemoga se se diregago maikutlong a gagwe.

"Ntle le kgonono, morwa wa ka," Kgoši Salmaan a araba a na le lesedi mahlong a gagwe.

Ge Rohan a ekwa se, a lemoga gore a ka se tsoge a kgonne go itšhupa go kgošigatšana Esmeralda gore pelo ya gagwe e hlwekile. A ka dira bjang seo mola badimo ba utswitše bogoši?

17



"Ka go kwešwa bohloko ke ditaba tše, Rohan o kitimile a tšwa ka phapošing ya bogoši ya tatagwe gomme a leba thwii lefelong le tee leo a bego a dula a ikwa a le gae go lona: khitšheng ya bogoši. Moapei Ameer, yo a bego a swana le tate wa go hlokmela go Rohan, o mo hweditše a enwa galase ye telele ya maswi le kuku ye šetšego ka dijo tša mantšiboa. O botšišitše Rohan gore bothata ke eng gomme Rohan ka go se lokologe a mo anegela ditiragalo tša iri ye e fetilego.

18

"O a tseba," Moapei Ameer a thoma, "kanegelo ya maloba yeo e boditšwego batho ga e sepelelane le yeo tatago a e anegilego."

"Naa o ra bjang, Ameer?"

"Ke ra gore, go ya ka rena, maloko a ka bogošing ga se a fela bošegong bjoo. Ka ge papa wa gago a be a nyaka go ba mmuši a le tee. Go bolelwa gore mmago, kgošigadi, o be a lahlegetšwe ke ngwana gomme morwa wa mosadi yo mongwe a mo fiwa gore a mo godiše. Pele mmago a hlokofera, o ile a ntsebiša gore WENA ke wena moalefale wa nnete wa bogoši bja ARIMA. E sego tatago."

Go kwa se, Rohan o ile a ikhwetša a ke bothateng: a ka kgona bjang go hlatsela tokelo ya gagwe ya pele go hlweka ga pelo ya gagwe go Esmeralda? O ile a gopola go tšwa dithutong tša gagwe gore tsela e tee fela ya go leka ge pelo ya gagwe e hlwekile e be e le go dira teko ya DNA (Ljung-Box). Ge pelo ya gagwe e be e hlwekile, mohuta wa madi a gagwe (p-boleng bja dipalopalo tša teko ya Ljung-Box) bo be bo tla paka gore bo fase kudu go feta mohuta wa madi wo o tlwaelegilego (<

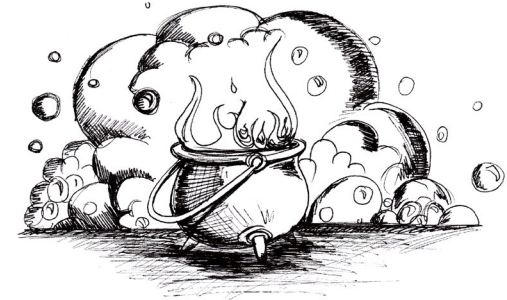
maemo a bohlokwa). Moapei Ameer o ile a mo hlohleletša gore a ye go dingaka tše kaone tša setšhaba sa ARMA go dira teko, ka ge go be go sa bolokega mo setšhabeng sa ARIMA ge fela tatagwe a sa buša. a le maatla. Rohan o ile a phutha mekotlana ya gagwe gomme a tšea leeto le letelele a ya setšhabeng sa ARMA, moo a ilego a dira teko ya DNA ka dingaka tše kaone tšeo ARMA e mo filego tšona.

Ge dipelo di boa, ga se fela gore Rohan o ile a kgona go laetša Kgošigatšana Esmeralda gore pelo ya gagwe e be e hlwekile, eupša gape o ile a kgona go kgoboketša bathekgi bao ba lekanego go tšea lefelo la gagwe la maleba la go ba Kgoši ya ARIMA.

Ge batswadi ba Esmeralda ba ile ba fa setšhaba sa ARMA go yena, Kgoši Rohan le Kgošigatšana Esmeralda ba ile ba dira seo batswadi ba Esmeralda ba bego ba se dirileng: ba ile ba kopanya ditšhaba tša bona tše di fapanego, ba tliša kagišo, lerato, ditšo, le tšwelopele ya saense go baagi bohle ba bona.

19





Lerato la Go se be Bose la Kgošana AR(2)

ka Jwalane Noko

Kgalekgale, motseng wa SAS go be go dula kgošigatšana ye botse kudu yeo e bitšwago Kgošigatšana ARMA(1,1). Kgošigatšana ARMA(1,1) o be a rata go sepela ka tsela ye e sa letelwago motseng ka gobane o be a sa dumele go ema ka mokgwa o tee, le lelapa la gagwe le be le sa dumele. Go be go le bohlokwa kudu gore nako ye nngwe a sepele ka tsela ye e sa letelwago motseng. Gape go be go le bohlokwa kudu go lelapa la gagwe gore ARMA(1,1) a nyale motho yo gape a dumelago go go fetogafetoga. Mesong ye mengwe le ye mengwe, o ile a kopana le monna wa go bogega kudu.

Monna yo o itsibišitše bjalo ka AR(2), morwa wa moloi yo mogolo yo a bitšwago AR(1), yo a bego a dula motseng wa kgauswi wa R. Metse ka bobedi, SAS le R, e be e na le meago ya go swana, efela R e be e tšwetšepele kudu le go ba le batho ba bantši go feta SAS. Basetsana ba bantši go tšwa metseng ya kgauswi ba be ba rata AR(2) gomme ba be ba nyaka go mo nyalana le yena, ba sa tsebe gore ke morwa wa moloi yo a tumilego ka go dira dilo tše dibe.

ARMA(1,1) o ile a dumela go tšwa le AR(2) ke moo go thomilego kamano ya bona. Kgošigatšana o ile a tsebiša monna wa gagwe wa go bogega go lelapa la gagwe, gomme e be e le nako fela pele monna yo moswa a tšea teko ya go swana le lelapa go bona ge eba o dumela go

fetogafetoga. Teko ye e be e theeletšwe ka rakgolokhukhu wa gagwe ARMA(1,1) Morena Dickey-Fuller. AR(2) o ile a tšea teko gomme a bonagala e le motho yo a dumelago go go se fetogefetoge.

Se e be e le mafelelo a kamano ya bona ka gobane kgošigatšana o be a hlomphe setšo sa gagwe kudu mo go moo a bego a sa nyake go ba wa mathomo lelapeng la gagwe go hlohla melao. Kgaogano ye e ile ya kweša bohloko kudu AR(2) kudu, gomme ka tlhago o ile a boela go mmagwe go nyaka keletšo. Mmagwe AR(1), o ile a mmotša ka lelapa la kgošigatšana le ka moo gape a paletšwego ke teko ka go bonagala a sa fetogefetoge o tee go ya ka teko ya lelapa (teko ya Dickey-Fuller) mengwaga ye mentši ya go feta ge a be a nyaka go nyala MA(1), yo e bego e le kgošana ka nako yeo.

Seo se ile sa fetotša AR(1) gore a be moloi yo a se nago pelo, yo mobe le yo a se nago kwelobothoko. O ile a duma gore lelapa la gagwe le ka se bethwe ke ledimo gabedi. O ile a kgopela AR(2) gore a tliše ARMA(1,1) ntlong ya gagwe go ja dijo. AR(2) o ile a dumela gomme a rapela kgošigatšana gore a tle ntlong ya gagwe go ja dijo. Moloi o be a rulagantše go ruta ARMA(1,1) molao le go bolaya lelapa ka moka la bogoši ka seo ba mo dirilego sona le morwa wa gagwe.

Nakong ya dilalelo, ARMA(1,1) o ile a gana go ja dijo ka gobane a re o khoše, efela moloi o ile a mo gapeletša gore a beye dijo gomme a di je ge a swerwe ke tlala. ARMA(1,1) o ile a tšea sephuthelo sa dijo a di iša gae gomme a di boloka go fihlela mesong. O ile a tsoga ka ditaba tša gore mošomi wa ka gae o ile a ja dijo gomme ka morago a leka go bolaya kgoši le kgošigadi ka sabole ya bogoši ye e bitšwago LAG. Kgoši o ile a kitimišetšwa bookelong, gomme mošomi o ile a swarwa seleng sa kgolegelo go fihlela a thušwa ke ngaka ya setšo ya SAS, yo a tlišeditšego gore mošomiši o be a beilwe ka fase ga boloi bjo bo reretšwego go bolaya lelapa ka moka la bogoši.

ARMA(1,1) o ile a lemoga gore mošomi o jele dijo tšeo a di filwego ka ntlong ya AR(2) bošego bjo bo fetilego. O ile a botša tatagwe, yo a bego a lwala kudu, gore mošomi o be a loilwe ke monna yo a mo tlišitšego ka gae dibeke tše mmalwa tše di fetilego. Ka morago ga go fola ga batswadi, AR(1) le AR(2) ba ile ba nyakwa ke maphodisa a R le SAS, gomme ba ba hwetša motseng wa kgauswi wo o bitšwago Excel.



Bobedi bja bona ba tlišitšwe ntlong ya bogoši gomme ba botšišwa dipotšišo. Ke fela ka nako ya go botšišwa ge kgoši e lemogilego gore AR(1) ke mang. O lemogilego gore AR(1) e be e le mosadi yo a bego a swanetše go mo nyala mehleng ye e fetilego, eupša ka baka la gore e be e le ba lapa (gomme a be a sa tsebe), ba be ba sa kgone go nyalana ka gobane ba be ba tla dira lenyatšo la malapa. Eupša AR(1) a botšwa maaka gomme a lahlelwa ka ntle. A boditšwe gore a ka se kgone go nyala MA(1) ka gobane e be e le wa go se fetogefetoge.

Kgoši e o swere kopano ya lapa gomme ya tsebiša bohle gore ba tšwa lapeng le tee la bogošing la ARIMA, lapa le legolo la bogošing la ba tumelo ya go se fetogefetoge mehleng ye e fetilego; ba arogane ge maloko a mangwe a lapa a hudugela metseng ye mengwe. Ke ka moo ba thomilego go hlabolla dimelo tše diswa gomme ba swanetše gore ba tla ba ba tumelo ya go se fetogefetoge. Mongwe le mongwe yo a nyalanago ka mo lapeng o be a swanetše go tšea teko ya Dickey-Fuller go laetša ge eba ke modumedi wa go se fetogefetoge goba aowa.

Ke ka moo lapa la ARIMA la ba tumelo ya go se fetogefetoge le kopantšhitšego gomme la amogela moloi le morwa wa gagwe ka mo ntlong ya bona ye kgolo. ARMA(1,1) a nyala mošemane yo mongwe motseng, gomme bohle ba phela ka lethabo ka mehla.



Dikanegelo tša Statistician ba Dula Lefaseng le Leswa ka Botlalo

ka Thato Magano

Tym-Syries e be e le kgwebong ya go akanya. Toropo ye e be e le leboa-bodikela bja kontinente ya Statistician, moo maemakepe a data a bego a dula a šoma ka mehla go tšea data go tšwa dikarolong tšohle, megobeng le dikarolong tše dingwe tša bophelo. Ge e fihla maemokepe, e be e pakiwa gabotse gomme ya romelwa dikarolong tše di swanetšego tša naga tšeo di bego di kgona go šogana le kakanyo. Sa mathomo seo ba bego ba se lekola e be e le pharologano le palogare. Ge e be e sa fetogefetpge, e be e romelwa go Statistician, profense ye nnyane kudu ya leboa yeo e bego e ka fela ka lebaka la kamano ya maitshwaro. E sego bjalo, dilo ka moka tše dingwe di be di romelwa go Non-Statistician.

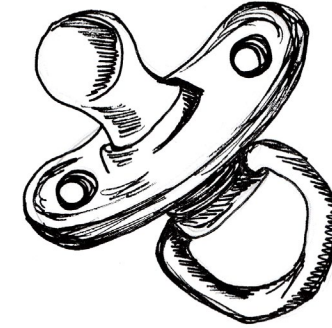
Mathomong a bo-2000, Stationarnia e ile ya lebana le tšhošetšo ye kgolo. Setšhaba peleng se be se arogantšwe dikarolong tše pedi: Autoregressive (AR) le Moving Average (MA). Ditšhaba tše di be di sa kopane gantši, gomme yo mongwe le yo mongwe o be a itšhireletša. Lehlakoreng la MA la bophelo, nepišo ya bona e be e le go hwetša tatelano ya tshepedišo ka go šomiša Auto-Correlation Function (ACF). Ba be ba na le mokgwa wo o sa fetogego wo o ba dumelelago go dira mošomo wa bona. Ba be ba tseba gore ba ka tshepa ACF go ba fa diphetho tše di nepagetšego ge data yeo ba e amogelago e be e le ya bona.

Ka ntle ga legora go be go na le setšhaba sa AR. Setšhaba sa AR se be se tseba gore ge mohlala o tsena moo ba bego ba swanetše go bala tatelano, ke ge Partial-Auto-Correlation Function (PACF) e tla ba thuša go e hwetša. Setšhaba se be se na le mokgwa wo o šomago, gomme dilo tšohle di be di le ka mokgwa wo di swanetšego go ba ka gona.

Mantšiboa a mangwe a bohlokwa, kgarebe ye nnyane ya MA yeo e bego e na le letlalo le lesese, la go phadimago le moriri wo moso wo bonolo go swana le siliki o ile a goka mahlo a lesogana la AR. Go be go bonala ge bophelo bja gagwe ka moka bo ile ba ema. O be a le kaone gabotse, gomme ga se a ka kgolwa. Eupša ka tlhago, lerato la bona le be le tla thibelwa, gomme o be a sa kgone go ipha sebaka sa go naganišiša ka ga gore bat la ba mmogo. O ile a tšea sephetho sa gore "dumela" e tla ba e lekana.

Dumelang ye bonolo e fetogile letšatši la pikniki le kamano ya lerato ge nako e dutše e feta. Pele e bile dumelang, ka morago ya ba go gokarana, gomme ka morago ga dikgwedi tše mmalwa tša dinako tša lerato, ngwana wa mošimane a balegwa malapeng a kgarebe ya MA. Ngwana wa mošimane o be a le gabotse, gomme ga go motho yo a belatšego gore e be e le ngwana wa ARMA. O bolokile seo e le sephiri ka gobane dilo tše ntši di be dika senyega ge yo mongwe a be a ka tseba.

Kgarebe ye nnyane ya MA e godišitše ngwana wa gagwe a le tee ka gobane yena lemošemane wa AR ba be ba sa dumelelwe go ba mmogo. O mo godišitše ka mo a kgonnago ka gona, efela mošemane



yo monnyane yo a se nago le tatagwe o ile a fetoga ngwana yo o sa laolege yo go se nago motho yo a ka mo kgonago. Ka gobane o be a na le leabela la $AR(p)$ le $MA(q)$, o be a sa kgone go dira mošomo wo mongwe le wo mongwe ka nepagalo. Ka gobane ACF e be e ka fa dikarabo tše di nepagetšego fela ge mohlala e be e le MA fela, diphetho tše ngwana ARMA a di hweditšego di be di sa loka ka mehla. Se se ile sa goga šedi ya ba bantši ka gobane go be go se na lebaka le tee la mohlala wo o sa kgonego go fa dintlha tše di nepagetšego. Batho ba ile ba thoma go botšiša dipotšišo: ngwana yo ke mang ka nnete, gomme o tšwa kae? Dikgonono di ile tša gola ge ba botšiša mma ka tatago ngwana, gomme yena a sa arabe. Se se ile sa tlogela setšhaba se sa khutše.

Ditaba di ile tša phatlalala bjalo ka mollo wa hlaga, gomme pele ba tseba, maloko a setšhaba sa AR a ile a kwa ka mošemane. Ba nagana gore mohlomongwe go išitšwe ngwana yo e sego yena ntlong ye e fošagetšego, kgoši ya Autoregression o ile a ba le kopano le hlogo ya MA gore ngwana a šomiše PACF go šoma le data. O ile a palelwa kudu go šupa tatelano ye e nepagetšego.

Tumelelano ya kakaretšo e ile ya fihlelelwa gore o tla rakwa le mmagwe. Le ge a be a lahlegetšwe ke tšohle, kgarebe ye e be e sa itshole, gomme o be a rata morwa wa gagwe. O ile a gola e le mošemane yo a tletšego ka pefelo. O be a ipefetše ka go sa kgone go dira dilo tša motheo le

tše bonolo. O be a befeletše setšhaba ka go raka mmagwe.

Letšatšing le lengwe la letšatši, ge a nyaka dijo, mošimane o ile a fihla nageng ya Non-Stationarnia. Moletakgoro o ile a mo hwetša ka ntle ga lebala la Tentative Models. La se tsebe gore ga se karolo ya Non-Stationarnia, moletadikgoro o ile a mo kgalema ka go se fihle mošomong ka nako gomme la mo mmotša gore a phakiše. O ile a fiwa theke ya leina la mošomo: ARIMA(p,d,q).

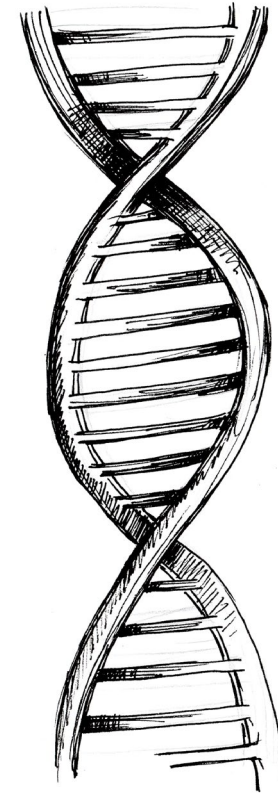
O be a nyaka go tloga, eupša a lemoga gore ga a na selo seo a ka se lahlegelwago ka go dula mo Non-Stationarnia ka ge a be a rakilwe legae le le tee leo bego a le tseba. O ile a fiwa karolo ya Extended Sample Auto-Correlation Function mo femeng, moo a bego a šoma gabotse kudu.

O ile gae go ya go botša mmagwe gore o hweditše lefelo leo a bego a ikwa a swanetše o ba gona. Mmagwe a mmo tša gore a hlokomele ka ge e be e se yo mongwe wa bona.

28 Ka morago ga dikgwedi tše tshela, bošego bjo bongwe a a tšwele le bagwera ba gagwe, a nwele kudu, a bolela gore ga se karolo ya setšhaba sa bona gomme ka nnete o tšwa go ba go se fetogefetoge. Seo se tanya šedi ya rapara, yo a tsebišitšego bataolo. E sa le ka pela gosasa, o ile a bitšwa go ya go dira teko ya DNA yeo e tiišitšego gore o be a na le palomoka ye e sa fetogego le phapano ye e sa fetogego.

Le ge go le bjalo, ke ge nnete e etšwa ya gore ke ngwana wa ARMA. Tiragalo ye e hlotše tlhakahlakano nageng ka moka. Motho yo mongwe le yo mongwe o ipotšitše gore go ka kgonegela bjang gore mmotlolo wa go se fetogefetoge a ka se kgone go dira gabotse lefaseng la gagwe eupša a kgone go dira gabotse go le lengwe.

Go ilwe gwa phethwa ka gore ka ge go be go na le mohuta wo moswa wa dimmotlolo tša go se fetogefetoge, ba be ba ka diriša dithekniki tša mmotlo wa go fetogafetoga. Ke ka moo re bilego le dimmotlolo tša go se fetogefetoge ka boitsebišo bja.





Modiši le Phiri

ka Nelis Daniels

Kgalekgale, modiša yo mogolo le mosadi wa gagwe ba be ba dula motseng wo monnyane kgauswi le sekgwa se segolo kudu. Leina la modiša e be e le Mongameli Abu, efela bana ba motse ba be ba mmitša Morena MA goba MA. Ga se "mahh", bjalo ka ge o ka bitša mmago ka nako ye nngwe, efela "em ay". Mosadi wa gagwe a bitšwa Arivukile Abu, efela MA o be a mmitša Ari. MA o be a rata dilo tše tharo ka pelo ya gagwe ka moka: mosadi wa gagwe, dikherotse tša gagwe le dinku tša gagwe. Tše dingwe di be di sa mo tshwenye kudu, gomme o be a sa befedišwe bonolo ke selo sefe goba motho ofe. MA o be a latela thulaganyo ya gagwe ya letšatši le letšatši ka tshepagaloo: a tsoga ka 05:30 gomme a tlišetša Ari dijo tša mesong mo malong ka 06:00 - mae a mararo a bothata a go bedišwa le thousto ya borotho. Ka morago ga dijo tša mesong, o be a dumedišana le ye nngwe le ye nngwe ya dinku tša gagwe tše 100 tše dinago le boya, a nošetša dikheretso tša gagwe, a robala mathapama go khutša, gomme ka morago a je dijo tša mantšiboa le mosadi wa gagwe ka 19:30. O be a hlokomela mešomo ya gagwe gomme a phela bophelo bja go hloka lešata gape bja khutšo. Le ge go le bjalo, go be go na le selo se tee se se mmefedišago. O be a befelwa kudu ge a nagana ka sona, gomme ka nako ye nngwe, matšatšing ao a bego a galefile kudu, o be a ka bona le moriri wo moputswa wo o tšwago ditsebeng tša gagwe. Lenaba la MA, bofokodi bja gagwe, selo seo a se hloilego kudu lefaseng, e be e le

phiri ye kgolo ye putswa yeo e bego e dula sekgweng.

Phiri ye e be e le kgolo le ye mpe kudu moo badudi ba motse bego ba e file leina la Arma. Fela go bolela leina la phiri go be go dira gore le badudi ba bagolo kudu ba tšhoge. Phiri ye e bitšwa Arma ka gobane motho o mongwe motseng o be a boletše gore o bone phiri ye e kgaola letsogo la monna ka thoko! Monna yo o be a goeletše, "Letsogo la ka! Ahhhh!" Go tloga letšatšing leo, batho ka moka ba be ba tseba ka Arma, phiri ye. E be e makatša gomme e na le mathaithai, gomme dijo tša yona tšeo e di ratago kudu mo lefaseng e be e le, nku ye botse ye e nago le nama.

Bjale, letšatšing leo le bego le swana le letšatši le le lengwe, MA o tsogile ka 05:30, a tlišetša Ari dijo tša mesong ka 06:00 gomme a ya go dumedišana le dinku tša gagwe. O dumedišitse nku ye nngwe le ye nngwe: nomoro ya 1, 2, 3, ... 98, 99 efela ema! Nomoro ya 100 e be e le kae? O ile a bala gape go netefatša, efela go be go bonagala: nomoro ya 100 e be e timetše. Moši o thomile go tšwa ditsebeng tša gagwe. Ga go na yo mongwe ntle le Arma, phiri ye.

32 A galefile, o ikanne gore phiri ye e ka se sa tšea nku ye nngwe gape. O feditše letšatši leo ka moka a aga leboto la maswika go dikologa lešaka la dinku tša gagwe. Leboto le e be e le le letelele bja dimetara tše pedi gomme le be le bophara ka ditena tše pedi. O ile a robala bošego bjoo, a rulaganya go phološa nku ya nomoro ya 100.

Efela ka letšatši leo le latelago, ge a bala dinku tša gagwe, o ile a bala 98 fela! Go netefatša, o ile a phumola boroko mahlong a gagwe gomme a bala gape. Ka nnete, go be go na le nomoro ya 98 ka morago ga nomoro ya 12, efela nomoro ya 99 ga se ya bonwa felo. Mosadi wa gagwe ga se a ka a mmona a galefile ka tsela ye pele. Mahlo a gagwe a ile a ruruga, gomme dinao tša gagwe di ile tša šišinyega kudu go tloga matsogong a gagwe ao a bego a šupa. O tla hwetša phiri yeo, o ile bolela. O ile a lemoga gore leboto la maseika le be le sa šome; Arma e be e sa kgona go tsena ntlong ya dinku. MA o šomile ka thata, gomme ge letšatši le fela, lebota la maswika e be e le le letelele gabedi go feta pele. Bjale le ke le letelele dimetara tše nne gomme le bophara ka ditena tše nne. MA o ile a robala, a kgotsofetše gore leboto le tla dira



mošomo wa lona. Ka nnete, o be a kgonne go fenya Arma ka nako ye.

Ka letšatši leo le latelago, MA o ile a phakišetša go dira dijo tša mesong tša Arma go ya go dinku tša gagwe ka pela gomme a bile a bediša lee le tee la bolela go feta mehleng. O ile a lemoga ka pela, gomme go bona modiša wa gagwe yo a mo ratago a tshwenyegile bjalo go ile gwa mo roba pelo - ka baka la phiri ye mpe. O be a rata tlhago ya gagwe ya khutšo gomme a sa kgone go mmona a šarakantšwe bjalo. MA o ile a bala dinku tša gagwe ka tlhokomelo gomme o ile a kwa o ka re a ka thunya ge a ema go 97! E sego gape! Hlogo ya gagwe ya bohla e be e bonagala e lahlegile ka lerung le leputswa la moši.

Ga sa nka a befelwa kudu ka tsela ye mo bophelong bja gagwe ka moka. Ari o bone kgalefo ya gagwe gomme a tšea sephetho sa go mo thuša go tloša phiri ye ye mpe mo bophelong bja gagwe ka moka. O ile a lemoga gore maboto a ditene a ka se thuše; ba be ba tla swanela go hlasela! O ile a botša MA gore o swanetše go eta kgaetšedi ya gagwe motseng wa kgauswi, eupša o ile a otlela koloi ya bona ye nnyane go ya boemafofane bja godimo ga thaba. O ile a fofa godimo ga dithaba le lewatle go fihlela a fihla Afrika Borwa ya lerole mo lesolong la go hwetša sebetša sa go fenya Arma, phiri.

Matšatši a mararo ka morago ga mo, MA o be a sa dutše a befetšwe. O be a beile dikhamera go dikologa lešaka la dinku gomme le go reka setulo sa khemphe go dula ka ntle le go šireletša dinku tša gagwe ge Arma a ka boa.

Bošego bo ile ba fihla, gomme a tšea lefelo la gagwe monyakong wa ntlo. Ngwedi o be o taga bošegong bjoo, gomme o ile a taboga ka moriti wo mongwe le wo mongwe. Phefo e ile ya foka ka makala a fase thokong ya sekgwa, gomme o ile a ikwa a tšhogile, a le tee ka thupa ya gagwe fela bakeng sa tšhireletšo. O be a le kgauswi le go robala ge a bona moriti wa go fifala go feta tše dingwe woo o bego o na le sebopego se se makatšago. O ile a swara moya wa gagwe. Moriti wo o ile wa šuta! Go tšwa sekgweng go ile gwa tšwa maoto a matsoto, ditsebe tše dikgolo, le mahlo a makhwibidu a go phadima. E be e le Arma, phiri! O ile a goeletša le go betša thupa ya gagwe, eupša Arma o ile a tšwela pele a sepela a batamela. O be a bonagala a se a tšhoga go felelela, a gwaba.

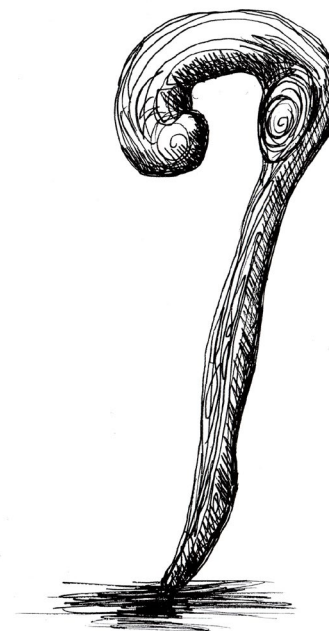
A sepela a batamela, dimetara tše lesome, tše hlano, tše tharo, tše pedi... Arma o be a le kgauswi kudu gore MA a ka mo kgoma, gomme MA o ile a nyaka go idibala, eupša o ile a ema ka maoto go šireletša dinku tša gagwe. Arma o ile a khunama, a itokišetše go tshela. Eupša mahlo a gagwe a ile a gola a tletše ka letšhogo. O ile a tshela, a retologa ka lebelo, gomme a kitima a ya sekgweng, mosela o le gare ga maoto a gagwe. Go tšwa ka morago ga ntlo, moriti wo mongwe wo mogolo go feta o ile wa tšwa. O be o le o mogolo kudu moo MA a bego a ka se bone ngwedi ka motsotswana. Moriti wo gape o be o na le maoto le ditsebe tše bogale, eupša o be o na le mahlo a serolwana - mahlo ao a bonego letšhogo gomme a tseba ka moo a ka šoganago le lona. Gape o be a na le kholoro molaleng wa gagwe. E be e le eng?

"Ke tau!" Ari o ile a goeletša ka boikgantšho ge a tšwela ka morago ga moriti wa gauta, wo bjale o bego o robetše dimpeng tša wona go fenywa maoto a wona a magolo. "Go tšwa Afrika Borwa ya letšatši!"

Ge letšatši le hlaba ka Bohlabatšatši, Ari o ile a hlaloša gore o ile a adima tau ye kgolo go tšwa dizoo tša Afrika Borwa go tšhošetša Arma, phiri. MA o ile a kgona go bona tau gabotse bjalo, gomme o ile a makala kudu. Molomo wa gagwe o ile wa bulega, gomme a lebala go o tswalela. Tau e be e na le moriri wo montši wa go tiba wa boraro wo botala, mmele wo o menamane, wo o matla, le mosela wo motelele wo mogolo wa gaolata wo o nang le lerole la moriri wa go phadima le mmele wa dinama. Mahlo a yona a serolwana, le ge go le bjalo, a be a

bonagala a botho. Ari o ile a re gape o hweditše dinku tšeo di ileng tša timelela ka morago ga ntlo ya polase; di be di le bjang bjo bobose, ka gona di be di phela gabotse .

Gomme ka moo, dilo ka moka di ile tša bolela sekeng. MA o be a na le dinku ka moka tša gagwe tše 100 moo di swanelago go ba gona, gomme, ka lebaka la mosadi wa gagwe yo bohlale, o be a se sa befetšwe. Arma phiri ga a se a ka a boa. Ke ka lebaka la.





Phiri le Bana ba Bararo

E tšwa go 'Phiri le Bana na Šupa' ka Brothers Grimm

ka Tiffany Harzon

Kgalekgale go be go na le pudi ye kgale ya bogologolo yeo e bego e na le bana ba bararo ba bannyane: ARman, ARon le MArgret.

Mesong ya mengwe, pudi ye kgolo ya bogologolo ya tšea sephetho sa go ya go kgoboketša dijo tšhemong, ka moo ya bitša bana ba yona ya re: "Bana ba ka, ke ya go kgoboketša dijo tša rena. Hlokomelang phiri, gobane ge le ka e dumelela gore e tsene, e tla le ja ka moka bjalo ka dijo tša mesong.

"Eupša re tla e tseba bjang gore ke yona, Mma?" gwa botšiša yo mogolo, ARman. "E tla leka go go itira o ka re a se yona, eupša le tla e tseba ka lentšu la yona le boima, le le maoto a makgwakgwa, bjalo ka diphiri tše di kilego tša ba gona pele ga yona."

"Se tshwenyega, Mma," bana ba araba. "Re tla hlokomelana." Pudi ya mma ya sepela ya ya tšhemong.

E se kgale kudu, motho yo mongwe a kokota lebating a goeletša a e, "Bulang lebatl. Mma wa lena o gona mo. Ke tlišitše dijo tše dibose go tšwa sekgweng."

Lentšu la gagwe le tlwaelegile ebile ga le kgone go ka tsebja. Ke kgetha gore ke phiri," MArgret a sebela baratho ba gagwe.

"Re ka se go bulela lebati," ba araba. "Ga se wena mma wa rena. O na le lentšu le boreledi, la go tshepagala. O phiri!"

Ke moka phiri ya ya mabenkele go yo reka mamapo. A enwa ka moka gomme ya dira gore lentšu la yona le be boreledi. Ge moka a boa, a kokota lebating la ntlo, ya goeletša ya re, "Bulang lebati. Mma wa lena o gona. Ke tlišitše dijo tše dibose go tšwa sekgweng."

ARon a lebelela ka fase ga lebati a boela a lebelela bagwera ba gagwe, "O na le maoto a maso, bjalo ka phiri ya pele ga gagwe. Ga ke nagane gore ke mma wa rena."

"Ee re ka se go bulela lebati," ba araba. "Ga se wena mma wa rena; o na le maoto a maso go swana le moeng wa pele. O phiri!"

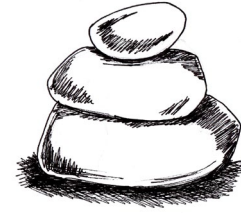
Ka moo phiri ya ya go mopaki ya kgopela mokotla wa folouro. Ya tsenya maoto yona ka mokotleng ya a ntšha, ya ba a mašweu bjalo ka lehlwa. Ya boa, ya kokota lebating la ntlo, ya goeletša ya re, "Bulang lebati. Mma wa lena o gona. Ke tlišitše dijo tše dibose go tšwa tšhemong tša rena ka moka."

"Lentšu le boreledi kudu, le maoto ke a mašweu kudu. Naa se e ka se be mma wa rena bang?" ARman a botšiša baratho ba gagwe.

Ka moo, ba mo dumela ba bula lebati, eupša ka maswabi, e be e se mma wa bona. E be e le phiri.

Bana ba be ba tšhogile gomme ba tšhaba go yo khuta, eupša phiri ya ba hwetša ya ba meletša ka moka. Ka mpa ye e tletšego le mahlo a boima, phiri ya tšea sephetho sa go robala ka thoko ga mollo go robala go ikhutša gannyane mesong. Ge pudi ya mma e fihla gae, ya hwetša phiri e robetše gomme ya kitima go nyaka thušo.

Motsomow a mo gae, Richard Fuller, a tla go mo thuša. A sekaseka phiri gomme, ka morago ga go e sekaseka gabotse, a goeletša a re, "Ke dumela gore bana ba gago ba bolokegile! Ka baka la bojato bja gagwe,



o ba meditše ba feleletše."

Gwa dira mosego wo monnyane dimpeng tša phiri gomme ARman a ntšha hlogo ya gagwe, a latelwa ke baratho ba gagwe. Ba reta mma wa bona gomme ba leboga motsomi ka thušo ya gagwe.

Pudi ya kgale ya retologela go bana ba yona ya re, "Sepelang le ye go nyaka maswika a magolo a go lokela ka gare ga phiri e sa robetše a magolo go tlatša phiri ge e robetše".

Ke moa pele phiri e ka tsoga, motsomi le bana ba rwala maswika a mantši ka moo ba ka kgonago gomme ba a bea ka mpeng ya yona gore mma wa pudi a a rokelele.

Ba sepela ba letela gore phiri e tsoge. Ge e setše e tsogilee, maswika a e dira gore a nyorwe kudu, gomme ya leba mogobeng go yo nwa meetse.

Efela, go kgoramela ga maswika ka mpeng ya yona go be go dira gore a se iketle kudu moo a ilego a lla, "Ke eng seo se huduegago le go šikenyea marapong ak? Ke be ke nagana gore ke bana ba bararo, efela ga se selo eupša maswika a magolo".

Ge a khunama ka mogobenggo nwa meetse, a thelela gomme a wela ka meetseng. Maswika ka moka ka maleng a gagwe a dira gore go be bothata go rutha, gomme a nwelela gannyane gannyane go ya fase. Basetsana, mmago bona le motsomi ba thaba kudu mo ba thomilego go keteka.

Pudi ya mma ya retogela go bana ba gagwe a re, "Bonang bana ba ka, go nyaka selo se se fošagetšego le go se kwešiše go tla lebiša go kahlolo ye e fošagetšego le dikakanyo tša go fošagala".



Lefase la Leswiswi

“Bosenyi bjo bošoro bjoo lefase le sa kago la bo bona”

ka Ewan Botha



Ebe e le bošego bja go tonya bja marega nageng ya Johanistan, moo dilo di bego di atlega mengwaga ye mentši. Eupša phetogo e be e dutše e batamela. Bobe bjo bogolo, bjo bo nago le mengwaga ye sekete yeo bo be bo iphihlile le go kgoboketša maatla meriting bo be bo itokišeditšee go iponagatša. Kgošigadi ya Lefase la Leswisi, Kgošigadi Arima, le bašomeli ba gagwe ba go botege, Morena Non-stationarity le Profesa Invertible, ba be ba šoma le go rera letšatši le bošego ka moka go dira gore bagale ba Johanistan ba se dule ba šoma le go se šitišwe.

Mengwaga ye mentši ya go feta, Kgošigadi Arima o ile a fenywa ke mogale wa mathomo. Pele bagale ba ka mo swara, bašomedi ba gagwe ba mo bam o robatša gomme ba mmeya ba mo khutiša lefelong la leswiswi leo go se nago motho yo a tsebago ka lona. Mogale wa pele, Phapano ya Mathomo, o nyameletše ka morago ga go fenywa kgošigadi gomme ga se a ka a bonwa go tloga nakong yeo, a tlogela batho ba bantši ba ipotšiša gore go diregile eng ka yena. Ba bangwe ba re o be a hlokošetše ntweng, mola ba bangwe ba re o rotše modiro wa go ba mogale. Go agilwe sehlwaseeme go mo hlomphe mo lefelong le lengwe le lengwe leo a fentšego Kgošigadi Arima.

Yo mongwe le yo mongwe o be a rata bagale ba Johanistan, bao ba bego a šireletša batho naga le go thibela bobedi. Bagale ba bagolo ba Johanistan, bašireletši ba lefase, ba be ba na le bagale ba bane. Ba bararo go ba banee be e le Mokaptene ARMA, ARman le Mohumagatšana Moving Average. Mokaptene ARMA e be e le mogale wa bobedi wa maatla gomme e be e le ngwana wa ARman le Mohumagatšana Moving Average, ka moo a fiwa maatla a bona ka bobedi. ARman o be a na le maatla a go laola elemente phi, gomme Mohumagatšana Moving Average o be a na le maatla a go laola elemente theta. Dielemente tše di be di na le maatla a magolo ge maatla ao a di ntšhago a dula ka gare ga magomo ao a itšego ka fase ga maemo a itšego. Ge maatla a dielemente a ka feta tekanyo goba a sa kgotsofatše le lengwe la maemo, maatla a tšona a ka ba a se kgone. Seo se be se e ra gore ba ka se kgone go dira mešomo ya bona ya bogale.

Yo mongwe le yo mongwe mo Johanistan o be a tseba gore go be go na le teko ye kgolo yeo motho a bego a swanetše go e feta pele a ka ba mogale. Teko ye e be e bitšwa khorelokramo. E be e latišiša tšwelopele ya maatla a mogale ka nako le ka moo a sepelelanago le maatla a gagwe ka dinako tše di fetilego. Nakong ye ya teko, bagale ba be ba lekwa lešata le le šweu le mosepelo wa botagwa. Lešata le lešweu e be e le seka seo se oketšago maatla a mogala, ka ge e thuša go mosepelo wa botagwa go boloka maatla ao a a ntšhago ka gare ga magomo ao a nyakegago. Mosepelo wa botagwa, le ge go le bjalo, e be e le seka se sebe seo se fokotšago.

"Morena Non-stationarity o be a na le maatla a go fokotša maatla a ARman ka go šitiša magomo yeo ka gare ga yona maatla a ARman a swanetšego go wela goba ka go dira gore ye nngwe ya maemo a maatla a gagwe e hloke mošomo. Profesa Invertible o be a ithutile go fokotša maatla a Mohumagatšan Moving Average ka tsela ye e swanago le yeo Morena Non-stationarity a fokotšago maatla a Arman ka yona.

Ka bašomi ba babedi ba Kgošigadi Arima ba kgoboketša maatla ao a lekanego go mo tsoša, kgudi ya go fifala wa go wa thoma go akaretša naga ka moka ya Johanistan. Lefase la Lefifi le be le tlo feta gape. Maatla a Kgošigadi Arima e be e le a motsebalegi. O be a ka dira gore batho ba mmone bjalo ka Mokapotene ARMA. O tlošitše gape maatla a bagale go tšwa magomong a bona le go roba maemo a maatla a bona.



Go hlaga ga Kgoši Arima go ile gwa dira gore bagale ba be mo mathateng. Ba sa tseba seo ba swanetšego go se dira, ba loga leano leo go lona go bego go tla ba le ntwa ye kgolo moo ba bego ba tla leka go fena Kgoši Arima ka mafelelo. Kgoši Arima le bašomi ba gagwe le bona ba itokišetše ntwa yeo e bego e tla ba gona."

Ka letšatši la ntwa, bagale ba bagolo ba kw ba itshepa ka bokgoni le maatla a bona, eupša ka bomadimabe, ba ile ba nyenyefatša Kgošigadi Arima le bašomi ba gagwe. Ka letšatši leo, bobedi bja fena botse ka nako e tee. Balwedi ba lefase ba ile ba swarwa ba lahlelwa kgolegog go yo hwela gona. Johanistan o be a sa bone letšatši le lefifi bjalo. Batho ba ile ba tšhago ba gapeletšega go amogela pušo ya kgošigadi.

Kgošigadi Arima o be a nyaka go tloša sehlwaseeme sa yo mongwe wa bao ba mo fentšego pele. O ile a ya go sehlwaseeme go se senya, eupša mosetsana yo monnyane o ile a kitimela go sehlwaseeme, a lla gomme a iphuthela go sona gore go se be le yo a se senyago. Ge a bona seo, kgošigadi a sega gomme a laela Profesa Invertible gore a tloše mosetsana. Ge Profesa Invertible a dutše a batamela, ye nngwe ya dikeledi tša mosetsana e ile ya wela godimo ga sehlwaseeme, e hlola go wa ga nakwana. Ge kgoši a eya go senya sehlwaseeme, go ile gwa ba le le go pharoga go go golo, gwa latelwa ke setu.

Mosetsana a lebelela godimo a sa kgone go dumela mahlo a gagwe. Mogale wa pele, First Difference, o be a mo lebeletše, šolo ya gagwe le moriri wo motelele di fofela moyeng. O be a sa amege ke maatla a kgošigadi goba a bašomi ba gagwe, gomme o ile a ba fena ka pela ka go fapantšha kgošigadi.

Go makala bohle, First Difference o ile a fetšetša kgošigadi go ba mogaleadi. Ka ge bobedi go fedišitšwe mogale wo mongwe wa tlaleletšo, Johanistan e ile a phela gabotse gape.



Naa o ka Tshela Leporogo?

ka Ndango Kutama

Kgalekgale, mohlape wa ditlou di be di dula Mmušong wa Elphi. Di be di tsebega ka kgopolo ye e kgethegilego gomme diphoofole tše dingwe di be di lefela. Letšatši le lengwe, ge ngwana Kuda a be a raloka thaloko y ago huthelana le ditlou tše dingwe tša bana, o ile a sepela-sepela a fihla go Kanono ye nngwe ya Mohlwaela wa Nako.

Ka lehlakoreng le lengwe la kanono go be go eme dipanda tše dinnyane tša bana, Casey, Salam le Min. Di be di llela mogwera wa tšona, Bunny, yo a tšerwego ke kgoši ya Kanono ya Mohlwaela wa Nako ka lebaka la go palelwa ke go rarolla polelo ye e raraganego. Dipanda di be di tsebega ka go se kgone le go ja. Dipanda tše tša bana di be di nyaka go ya lepong go ja bjang ba go fapanafapana. Bothata e be e le gore, ga go na le panda ye e kilego ya tshela Kanono ya Mohlwaela wa Nako, go ya ka dipuku tša histori tša mmušo wa diphoofole, gomme dimpša tše di be di ikemišeditše go ba tša mathomo tša dipanda go dira seo.

Ge Kuda a bona dimpša di lla, o ile ya re go tšona, "Dumela, dumela. Leina la ka ke Kuda. Mabitso a lena ke afe?"

Efela lentšu la Kuda le ile la tšhabišwa ke go lla ga dimpša ka go hlaba sebilo. Kuda ga a ka a nyama. Ngwana wa tlou o ile a hwetša go opelwa

koša ya go ba homotša go duduetša dipanda tša bana. "Ngwana yo monnyane, o se bolele lentšu. Mma o tla go rekela nonyana ya go ema. Le ge nonyana yeo ya go ema..." a opela Kuda.

Dipanda tša bana di ile tša kwa moropa wa porompeta gomme tša emiša go lla. Di ile tša lebelela godimo go hwetša mong wa moropa wa porompeta gomme tša bona ngwana wa tlou a eme kgauswi le ntlha ya kanono a opela koša ya go homotša ka moropa wa porompeta.

Dipanda tša bana di ile tša thoma go opela mmogo le ngwana wa tlou gomme ge koša ya go homotša e fela, di ile tša thaba mmogo.

"O moletši wa porompeta yo mokaone. Ke mang yo a go rutilego go letša porompeta?" gwa botšiša Salam. Kuda a araba ka ditlhong a re, "Mma o nthutile".

"O ka nthuta go letša porompeta?" a botšiša Casey.

Pele ga ge Kuda a ka araba, ba ile ba kwa mokgoši, wo o dirago gore dinakana tše di boelen morago go tšwa molaleng wa lefelo le le tseneletšego, tša di buša go therešong.

"O eng?" a botšiša Min.

Pele ga ge Kuda a ka araba, Casey o ile a araba ka pela, "A o ka kgona go tshela leporogo? A mmušo wa gago o na le bjang? Ke mehuta efe ya bjang yeo le nago le yona?"

"Ke tlou, gomme ee, nka kgona go tshela leorogo," Kuda a araba ka boikgantšho.

Dipanda tše dinnyane di ile tša thaba kudu. Di ile tša kopana le phoofolo yeo e ilego ya tshela kanono, gomme tša dira mogwera o moswa. Bjale di ile tša ba le kgotlelo ye kgolo go feta pele ya go phološa mogwera wa tšona Bunny, le go tshela kanono go tšwela pele ka leeto la tšona la bjang.

Kanono ya Mohlwaela wa Nako e be e laolwa ke Kgoši ARIMA(p,d,q). Kanono ye e be e na le dielemente tše nne: mollo; meetse; lefase; le



moya. Gore diphoofolo di kgone go tshela lefelo le le tseneletšego, di be di swanetše go rarolla polelo ya go raragana. Polelo ye e be e šomišwa go hlaola le go rulaganya balatedi ba Kgoši ARIMA(p,d,q). Ge diphoofolo di šetše di rarolotše polelo ye gabotse, di be di ka kgona go tshela kanono nako ye nngwe le ye nngwe.

Ba be ba nyaka go bona seo mogwera wa bona wo moswa a ka se dirago, dipanda tše nnyane di kgopetše Kuda go tshela kanono, seo Kuda a se dirilego. Kuda o fetile kanono ka metsotswana ye mmalwa, a makatša dipanda tše dinnyane. Di ile tša makatšwa ke lebelo le bonolo leo mogwera wa bona wo moswa a fetilego kanono ka lona, seo se dirilego gore dipanda tše di sa kgonego di ikemišetše kudu go e feta. Tšohle tše di be di ka di bona e be e le merako ya bjang le bjang ka mebala ye e fapanego le mebopego. Di thomile go nošetša meetse, eupša ka manyami, nako yeo e ile ya tsenwa ka bogare ke Kuda.

"Bjale, ke ka lebaka la eng lena ba bararo be le lla? Go diregile eng?" gwa botšiša Kuda.

Diithuti tše tharo di ile tša lebelelana ka mahlo a magolo ao a nago le dikeledi gomme lebelela kanono tša šupa ka matsogo a tšona. Kuda o ile a gakanega, ka moo Casey a tšea sephetho sa go botša Kuda kanegelo ya bona. E thomile ge ba kopana le Lira, noga, yo a ba boditšego ka Bjang Paradise. Ge ba kgopela Lira go ba felesetša, Lira o ba file ditšhupetšo sebakeng sa go ba felesetša.

Morago ga go hwetša ditšhupetšo, ba ile ba tlogelela bahlokamedi ba bona lengwalo gomme ba thoma leeto la bona. Go sepela go be go le thata go bona ka ge ba be ba tlwaetše go ja le go robala, eupša parateising e ile ya ba tlhohleletšo ya bona. Nakong ya leeto, Foxy, phukubje, o ile a kopana le bona. Ka ge a be a tshwenyegile ka polokego ya ba go thoma, o ile a ba thuša go feta Dinaga tša Pride le Naga ya Kuvuki (naga ya diphiri). Ka morago ga moo, ba ile ba arogana. Leeto la bona le be le tlala ditshegišo, dikeledi le bohloko.

Tšohle di ile tša emage ba fihla kanonong, gomme Kgoši ARIMA(p,d,q) o ba file polelo ya go raragana yeo Bunny a ithaoipilego go e dira. Ge ba ka palelwa, Bunny o be a tla ineela go kgoši. Polelo ya go raragana e be e le ekhweišene yeo e bego e swanetše go rarolla ka thušo ya puku ya boitshepo ya mmušo, yeo e ngwadilwego ke orangutane yo bohlae ka mo go fetišišago, Johanesty. Puku e be e na le dintlha tšeo di bego di ka šomišwa go thuša go rarolla polelo yago raragana. Ba šomile go rarolla polelo ya go raragana matsatši a šupa le mašego a šupa, eupša ka baka la go lapa le phetogo ya dijo, dipanda tše nnyane di ile tša hloka go thuša Bunny ka polelo ya go raragana.

Gomme ka fao, kgoši ya tšea Bunny go bona. Morago ga gore Casey a anege kanegelo, Kuda o kgopetše go bona polelo ya go raragana le dintlha, tšeo Salam a di lloka ka lebaka la pefelo.

Ge a bone gore ga ba sa na polelo ya go raragana, Kuda o ba hlohleeditše go kgopela kgoši mogwera wa bona le polelo ya go raragana ye mpsha. Kgoši ya ba fa polelo ya go raragana, gomme Kuda o ile a dumelelwa go ba thuša ge fela ba ka rarolla polelo ya go raragana pele ga bošegogare. Dipanda tše nnyane di ile tša imolloka, eupša di be di tshwenyegile ka nako ka ge di be di sa kgone le ya mathomo. Nakong ye e be e fapana le ya peleng; ba be ba na le Kuda ka thokong ya bona, yo a bego a ikemišeditše go ba thuša go kopana gape le mogwera wa bona le go ba kopanya leetong la bona la go ya Parateising ya Bjange. Tlou ye nnyane ye e bego e rata go tseba e ile ya kgopela kgoši dikopi tše dingwe tša puku ya boitshepo yeo ba ilego ba e fiwa bona.

Kuda o ile a bula polelo ya go raragana, yeo e balegago ka tsela ye: "Hlaloša mokgwa wa ARIMA(p,d,q) wa go se raragane wa mmoatlolo wa tšhepetšo ya mohlwaela wa nako ya thulaganyo ye e latelago ya nako ka go laola boleng bja p, d, le q ya ekhweišene: $Z_t = Z_{t-1} - 0.25Z_{t-2} + a_t + 0.5a_{t-2}$ ".

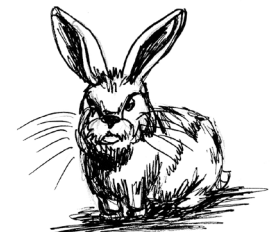
Kuda le gona o ile a lemoga tšhupetšo yeo e bego e fiwa ka thoko ga phapoši. Tlou ye nnyane ya kgopela dipanda tše nnyane tše tharo go ya karolong ya tšhupetšo, seo se tšerego nako ye telele go feta seo Kuda a se lebeletšego, kudukudu ka dipanda tše nnyane ye nngwe le

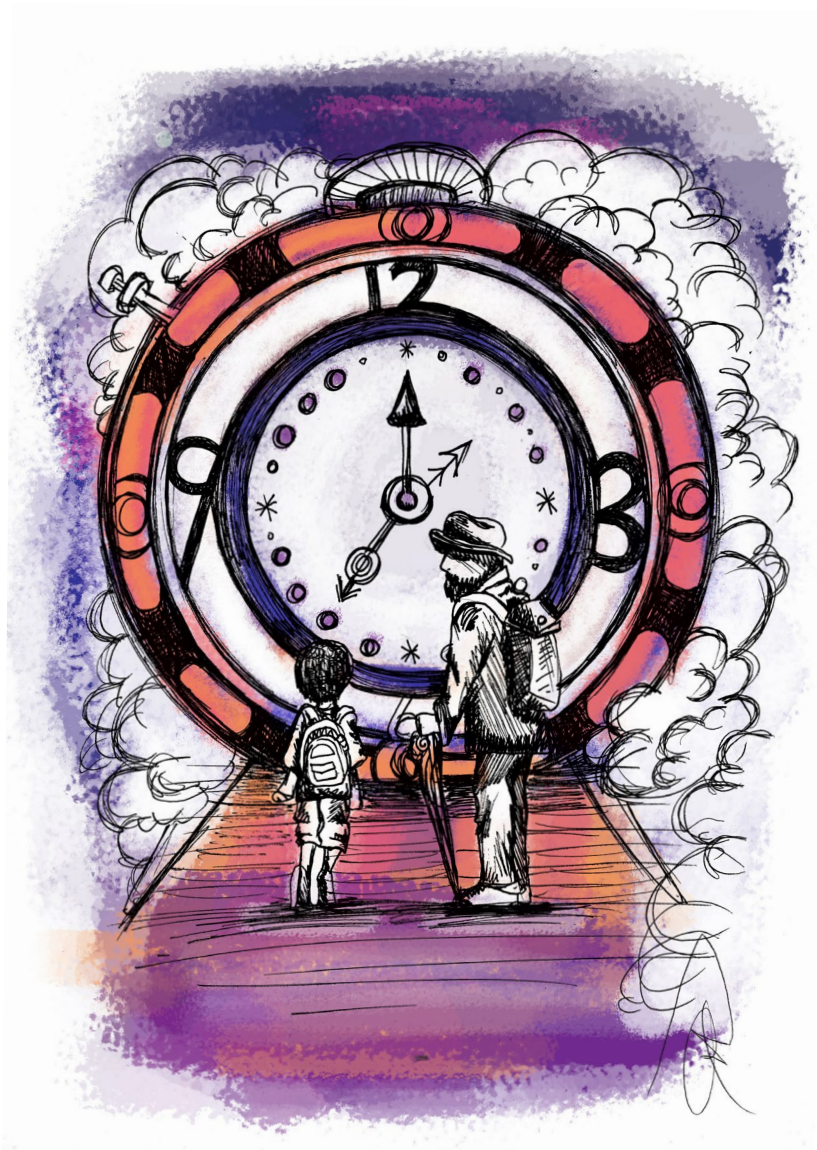
ye nngwe e sware kopi ya yona. Ka morago ga diiri tše mmalwa, Min o ile a hwetša karolo ya tšhupetšo.

Go ya ka karolo ya tšhupetšo, go hwetša boleng bja p, d, le q, ba be ba swanetše go lekola ge ekhweišene ye e filwego e be e na le medu ya diyuniti tša d ka go hwetša phapano ya mathomo, ka go rarolla ekhweišene ya sebopego sa phapano ya mathomo go laola ge e be e kgonthišegele goba aowa. Ge e be e kgonthišegele, ekhweišene e be e se na meta ya yuniti ya d, eupša ge e be e sa kgonthišege, gona go be go na le meta ya d unit. Go laola go kgonthišege, ba be ba swanetše go lekola ge dimeta tša ekhweišene ya sebopego di be di feta tee ka boleng bja motheo. Ge di be di le bjalo, gona $\{Z_t\}$ e be e kgonthišegele. Kuda o be a lebelela go laola boleng bja p le q, tšeo di bego di le bonolo go di lemoga go tšwa ekhweišeng ye e filwego.

Kuda o ile a laola gore $p=2$ le $q=1$. Tša go thoma di ile tša šoma mmogo go laola boleng bja $d=0$. Kgopolo ya go kopana le Bunny gape e ile ya ba hlohleletša go šomiša bohlae bja bona bjo bo bego bo sa bonale. Ba ile ba phethagatša gore karabo ya polelo ya go raragana e be e le ARIMA(2,0,1).

Kgoši ya fa Johanesty karabo, yo a tsebišitšego gore kgoši gore karabo ya polelo ya go raragana e be e nepagetše. Kgoši ya lokolla panda ye nnyane, gomme Bunny o ile a kopanywa le dipanda tše dingwe gape. Molao o ile wa phatlalatšwa go ralala lefase la diphoofolo gore dipanda tše tharo tše nnyane, ka thušo ya tlou ye nnyane, di rarolletše leina la Kgoši ARIMA(p,d,q), yo bjale a tsebjago bjalo ka Kgoši ARIMA(2,0,1).





Nonwane ya ARMA Dynasty

ka Santino del Fava

"Nageng ya boselamotse ya Johanistan, magae a be a dulwa ke bao ba tsebjago e le Ditshepedišo tša Mohlwaela wa Nako. Batho ba ba go makatša e be e le tatelano ya dipono tšeo di beakantšwego go ya ka nako ya dipelo tša tšona. Go be go na le kgaogano gare ga batho ba: yeo e lego ya go se fetogefetoge. Ditshepedišo tšeo di fetogafetogang e be e le tšeo ditebelelo tša tšona le go kopana ga tšona go ithekgilego ka nako. Ka lehlakoreng le lengwe, ditshepedišo tšeo di emago ka thoko di be di se di ithekge ka nako. Mengwageng ye mentši, mehuta ye mebedi ya ditshepedišo e be e šomana. Efela ke mang yo a ka lebalago lepheko la Toropokgolo ya Mohlwaela wa Nako mengwaga ye masomepedi e fetilego?

Lapa la ARMA – bao ba tšwago melokong ya ditshepedišo tša go se fetogefetoge - ba be ba swere setulo sa bogoši sa toropo yeo e kilego ya ba ye kgolo. Letšatšing le lengwe la mahlatse, maatla a go makatša a dutše toropokgolong gomme a wišetša fase borena bja ARMA. Ga go motho yo a kilego a tseba tshepedišo ya maatla a a go makatša, gomme go fihlela lehono, a dutše a laola toropokgolo. Ba bangwe ba re maatla a a go makatša e be e le tshepedišo ya go fetogafetoga. Efela ke eng, go šomiša eng go akanya? Therešo ke gore kgoši ya borena bja ARMA, kgošigadi le barwa ba babedi ba be ba wišitšwe le go

bolawa. Aowa, re bao re bonolo ba motse wa polaseng wa badiidi wa Autoregressiveville re kgopela phetogo ya lerato!"

MA(1) o ile a ema a theeletša monna yo a tagilwego yo gakanegile. E be e le lekga ya lekgole moo MA(1) a theeditšego dikanegelo tša gagwe.

"O bonagala o le rahistori, ga go bjalo, Mosepelo wa Sewelo?" a rialo MA(1). Mosepelo wa Sewelo a araba, "Laetša tlhompho, mošemane! Go wa ga toropo yeo ye kgolo, ee, ke be ke le gona. Gomme wena, yo monnyane wa mengwaga ye 20, o ka tseba eng? Ke be ke le modudi! Nako ye nngwe ke be ke le monna wa go fetogafetoga, eupša bjale ke ntebelele, ka maswbi, ke a fetogafetoga, gomme ke kakaretšo yeo e se nago mafelelo ya lešata le tšhweu."

MA(1) e be e le tšhiwana, yo a hweditšwego ke balemi gomme a godiša bjalo ka ba bangwe. O be a na le mathata a mantši ge a gola gomme ga se na le nako ya go lebelela morago ga ditiro tša gagwe ka ge a be a sa hwetša kamano gare ga dipolelo tša gagwe le dinako tšeo di fetilego ka morago ga kgautšo e tee. Letšatšing le lengwe o ile a kopana le Mosepelo wa Sewelo, a tagilwe mo tseleng. Ditagwa di be di tlwaelegile mo toropong ya bona. Mosepelo wa Sewelo o ile a mo roma go ya go reka bjala, gomme ka moo bat homa segwera sa bona.

"Theeletša, mošemane, ke say a go nwa, gomme go na le hlaelelo lebenkeleng. Ke kwele gore Mokgalabje Dickey-Fuller o na le titiello ye e kgethegilego. Eya godimo ga thaba gomme o nkutswetše ye nngwe. Re tla abelana, ka nnete."

"Dickey-Fuller... o be a le bohlae. O kopanya diela, e sego bjala. Ke serutegi."

"...E tla ba moloi yo mokaone kudu. Ke nyaka seno sa ka gonabjale! Eupša ge o sa nyake go ntlisetša se sengwe, nka botša batswadi ba gago gore o be o enwa le nna leswiswing mengwa ye mentši gonabjale."

MA(1) o ile a dumela go thuša Mosepelo wa Sewelo. O ile a fihla ntlong ya Mokgalabje Dickey-Fuller godimo ga thaba. O ile a tsena ka sephiri gomme a leka go nyaka selo seo a ka se tšego go se iša Mosepelo wa



Sewelo. Ge a hweditše seo a se nyakago gomme a labile kgorwaneng, o ile a kwa lentšu le legole le bitša, "MA(1) — moporofeta bo bala therešo".

MA(1) o ile a retologa gomme a bona mokgalabje.

"MA(1), yo a lego wa bao ba babotse ba go se fetogefetoge! MA(1), leloko la lapa la ARMA."

"O tseba bjang gore ke mang, mokgalabje? Ntlogel eke le bjalo."

"Wena, mošemane, o tšwa go leloko la ba go se fetogefetoge, yo mokgalabje a boletšego ka yena, yo a boletšwego ke mogolo." Mokgalabje a tšwela pele, "O phela ka ntle ga nako, gomme nako ye e atlegilego, nako ye e batametšego ya go fenywa maatla Toropogkolo ya Mohlwaela wa Nako, maatla ao o laetšego go a fenywa. Wa bona, mošemane, ke ithutile maatla ao mengwaga ye mentši. Ke dirile thekniki ya go lemoga tšhepedišo ya wona. Teko ya ka ya Dickey-Fuller e tla bona ge seo se sa fetogefetoge goba se fetogafetoga. Ge e fetogafetoga, re tla tšea diphapano tša mathomo go e dira gore e se fetogefetoge".

MA(1) o be a maketše. E be e le mošemane wa polaseng, e sego lešole. Eupša šo o gona, o boditšwe gore ke ngwana wa lelapa l a go tuma la ARMA. Dikanegelo tšeo Mosepelo wa Sewelo o di bolelago di be di se

dilo tša go hlahlala fela.

"Wena, mošemane, o morwa wa kgoši ya mafelelo ya ARMA, yo a rometšwego a sa le ngwana. O ile w aba tšhiwana ka morago ga ge toropokgolo e wele ka mapheko. Bjale ke nako ya gago ya go hwetša taolo gape le go bušetša bogoši bja ARMA bjo bo fetogafetogang go boela morago sebakeng sa gona sa nnetel!"

MA(1) mafelelong a bolela, "Mokgalabje Dickey-Fuller, o tsebega bjalo ka monna yo bohla, gomme ke ka lebaka leo fela ke go dumela. Ke tla kopana le wena go hwetša tsela ya go fenyatshepedišo ye e fihlilego yeo e swerego Toropokgolo ya Mohlwaela wa Nako. Eupša pele, ge ke morwa wa Kgoši, ke eng ka mogolwane wa ka?"

"Mogolwane wa gago o be a tsebja bjalo ka AR(1). E be e le morwa yo mogolo wa kgoši. Matšatši pele ga tsheny, o nyamaletše gomme ga se gwa ka gwa kwa selo ka yena. Ka morago ga ge toropo e hwetšwe gape, re ka thoma go nyakišiša ka ga gagwe."

54 Bobedi ba sepetše go ya Toropokgolong ya Molwaela wa Nako. Lefelo le be le aparetšwe ke leswiswi, gomme gwa tšwelela moya wa ngangego. Ge ba fihla toropokgolong, mokgalabje a thoma mošomo wa gagwe. O thomile go goeletša mantšu a go makatša, gomme MA(1) a mo lebelela a dira dinako tša gagwe.

"Haephotesisi ya Null, ga o gannwe! Ke lekile Teko ya 3 (mosepelo) gomme ke bone gore boleng bja p ya teko ya gago ya boithuti ye kgolo go feta maemo afe goba afe a bohlokwa. Maatla a go makatša, o na le modu wa yuniti; o a fetogafetoga! Leina la gago ke ARI(1,1)."

Maatla a go makatša a boletše ka lentšu le lebe. Lentšu la gagwe le kwagetše, eupša o be a sa bonagale ka gobane leswiswi la toropo le mo fihletše.

A goeletša, "Ah! O lokile, mokgalabje. Eupša go loka moo go se a lekgao!"

Gomme maatla a gp makatša a hlasela Mokgalabje Dickey-Fuller. MA(1) a leka go phološa mokgalabje, eupša o be a šielwe ke nako.

Mokgalabje a bolela ka go homola a re, "Šomiša thekniki ya phapantšho. Ke mo o ka lemogago tshepedišo ye".

MA(1) a tšwela pele go šomiša diphapano tša mathomo go ARI(1,1), gomme ka go se kgone go gogolo, a kgona go bontšha gore tshepedišo ya go makatša e be e gatelelewa ke tshepedišo ya AR(1) ya go se fetogefetoge!

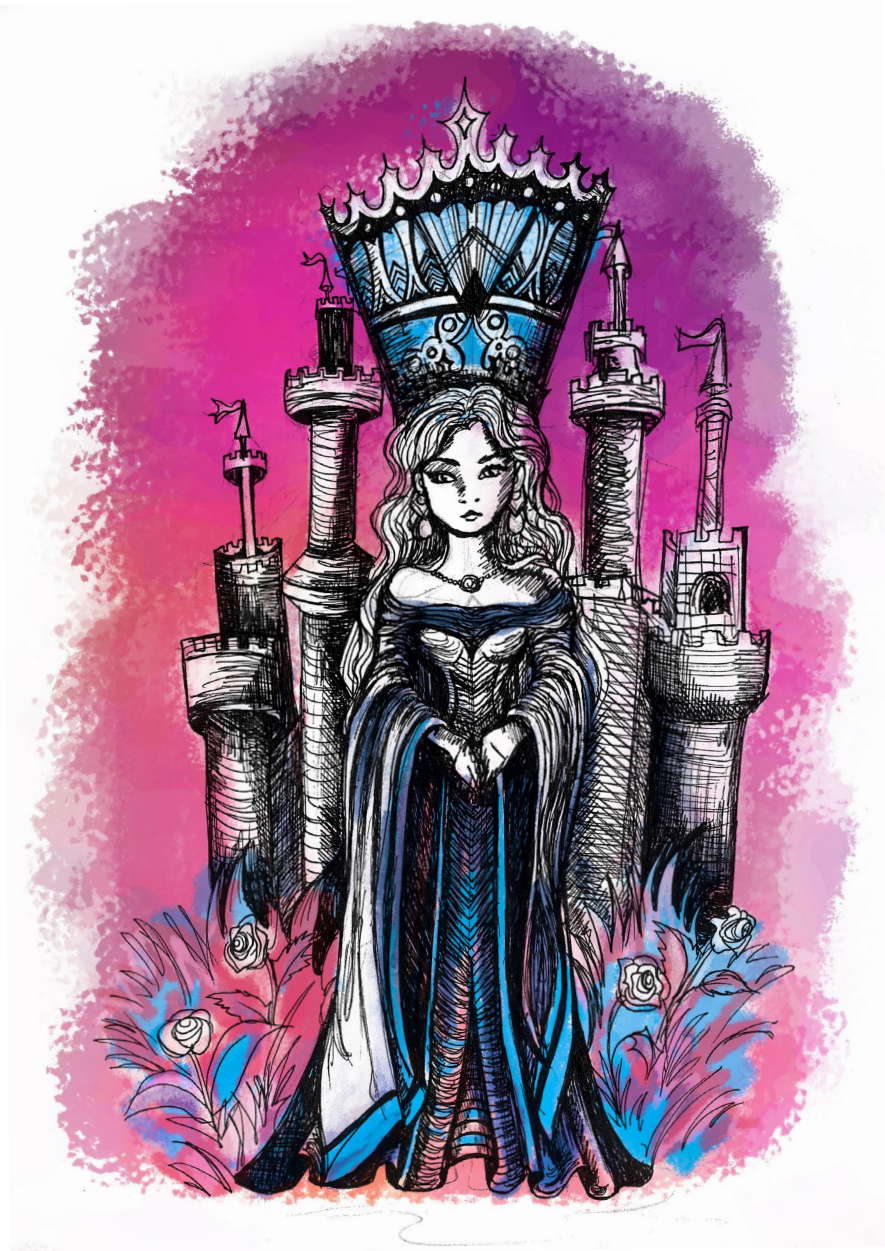
Yo e be e le mogolwane wa gagwe yo a timeletšego nakong ye telele, eupša ka maatla a go senya a go fetogafetoga a tlošwa.

AR(1) a bolela mafelelong, "Mogolo wa ka, ke leboga go mphološa go maatla a leswiswi. Go senywa ga toropokgolo, e be e le phošo ya ka. Ke be ke ikemišeditše kudu gomme ka leka go hwetša maatla ka go ikamanya le ba go fetogafetoga. Ke kgopela o ntshwarele".

MA(1) a swarela AR(1), gomme ka pela bagolwane ba babedi ba thomile go aga gape Toropokgolo ya Mohlwaela wa Nako. Bjalo ka maloko a lapa la ARMA, ba bušitše toropo mmogo. Go hlomphe Mokgalabje Dickey-Fuller, ba ratile mokgwa wa gagwe wa go leka dithekniki go baithuti ka moka bao ba bego ba swanetše go lemoga ditshepedišo tša ka ntle. MA(1) a boela motseng wa gagwe wa Autoregressiveville bjalo ka kgoši, le ge go le bjalo a ikokobetša go rekela Mosepelo wa Sewelo seno se sengwe sa go gopola dinako tša kgale.

Gomme ka moo, gwa ba le khutšo nageng ya Johanistan, gomme ba bantši ba phela gabotse go ya go ile.

55



Mohlwaela wa Temporal

ka Tanya Kleingeld

Letšatši le be le hlaba, gomme bašireletši ba lefeela le haephotesisi
ye nngwe ba be ba tletše legae la kgoši. Maikemišetšo a bona e be
e le go boloka dilo ka moka di le ka mokgwa wo o nepagetšego wa
dipalopalo, gomme ba be ba gana selo sefe goba sefe seo se ka šetšago
mmušo wa bona wo o phethagetšego.

Letšatši mafelelong le be le fihlele. Dimmotlolo tša go ralala lefaseng
la Mohlwaela wa Nako di be di kopane go keteka moletlo wa go
hlomamiša ARIMA(1,0,1). O be a tla ba kgošigadi go Mohlwaela ya
Temporal, mošate wa lefase la Mohlwaela wa Nako. ARIMA(1,0,1) o
be a na le kgaetšedi ye nnyane. Leina la gagwe e be e le ARMA(1,1)
wa go Fetogafetoga, efela batho ba be ba mmitša NS. Go ya ka
melawana ya mmušo, e be e se mmotlo o mobotse kudu ka ge a be a
se fetogefetoge.

Nako le nako o be a dula a ikwa a se na boleng, bjalo ka ge a be a
sa swanela go ba lelolo la bogoši bja mohlwaela wa nako. O be a
rata kgaetšedi ya gagwe ka mehla, eupša o ile a ba le mona kudu mo
mengwageng gomme mafelelong a re a ka itefeletša gomme ya ba
tshepedišo ye mpe yeo bohle ba bego ba nagana gore ke yona. Ka moo,
a thoma go rulaganya leano la gagwe. O be a tla senya tshepedišo ye
nngwe le ye nngwe ye e fetogego, go akaretšwa le kgaetšedi ya gagwe.
ARIMA(1,0,1), a sa tsebe seo ngwanabo a se rulaganyago, o be a itokiša
le MA(1) — yo mongwe wa bagwera ba gagwe ba kgausei kudu - ka
go ye nngwe ya diphapoši tša legae la kgoši. ARIMA(1,0,1) o be a
tshwenyegile ka ngwanabo.

"Ga ke tsebe gore ke ka baka la eng a dira ka tsela yeo a dirago ka yona", ARIMA(1,0,1) a realo go MA(1) a na le dikeledi mahlong.

MA(1) a buša moya a re, "Mohlomongwe ga a rate diphetogo. Gomme ye ke ye kgolo kudu. O tla ba kgoši ya Mohlwaela wa Temporal. O se tshwenyega. Ngwaneno o tla ba gabotse".

ARIMA(1,0,1) o be a ekwa, bohloko gomme a sa tsebe gore a ka dira eng, efela o be a dula a myemyela, a holofela gore ka letšatši le lengwe ngwanabo a ka amogela dilo ka moka.

NS a se a ka a emiša leano la gagwe. O be a dutše a kgoboketša ditshepedišo ka moka tšeo di sego tša go se fetogefetoge tšeo a ka di hwetšago. A leka go huetša bašireletši ba bangwe gore ba mo thekge, efela ba be ba rata kudu ka mekgwa ya dipalopalo ya legae la kgoši. O ile a ba a ya go ACF, efela o be a le kgauswi kudu le ditshepedišo ka moka tša MA. A se ke a nyaka le go theeletša NS. NS o be a ikemišetše, o be a nyaka go hwetša batho ba bangwe bao ba sa ratego ditshepedišo tše go se fetogefetoge. O be a sa tsebe gore a ka ya kae gape. A ya ka ntle go dula setulong se sengwe ka jarateng kgauswi le mohlare wa Lepokisi la Ljung. O be a sa rate mohlare le gatee, eupša go be go se na le moo a ka dulago, gomme ka nako ye e sa letelwago, tshepedišo ya Mohlwaela wa Nako wa tla go yena. O be a se na sefe goba sefe kgahlanong le yena bjalo ka tshepedišo, efela o be a dula a kwešiša mokgwa wa gagwe wa go sepela o mongwe e bile o hloka maikemišetšo. O be a mo kwešiša le go mo hlomphe bjalo ka tshepedišo. Ge go na le yo a ka mo kwešišago, e be e le yena. Mafelelong o ile a ema a thoma go bolela le NS.

"Dumela NS, ke kwa gore o thomile mošomo o mongwe. Ke a tseba gore go thata go hwetša ditshepedišo tša go ema kgahlanong le tšeo di sa fetogefetogego, eupša ke na le leano. Go na le toropo ye nnyane ga o kgole kudu. Motse wo o tletše ka ditshepedišo tšeo di sa ba thabišigo. Mohlomongwe o swanetše go ya gona o bone ge o ka hwetša yo mongwe yo o ka kopanang le maikemišetšo a gago."

NS a thoma go myemyela, dilo mafelelong di be di lebega di le kaone, gomme leano la gagwe la go senya tshepedišo ye nngwe le ye nngwe ye e sa fetogefetogego e be e thomile go sepela gabotse.

Eupša o be a fišegela go utolla ka moo Mosepelo wa Sewelo a utollotšego lefelo le, ka gona a mmotšiša.

A myemyela a araba, "Gaboste, ga ke na kgetho, go sepela ke eya godimo le fase bjalo ka setagwa nako e nako". A emela gomme a sepela ka mokgwa woo wa gagwe wa go se tlwaele gape.

NS o be a thabile; dilo ka moka di be di thokgega.

A fihla toropong yeo e bego e tletše ka mehuta ka moka ya ditshepedišo. Ditshepedišo toropong di be di lebega di nyamile e bile di galefile. A bona tshepedišo ya mehlwaela ya nako ya selo sa godimo o sepela go yena. NS a mo emiša gomme a thoma go mmotša ka ga leano la gagwe. A ka bona gore selo sa godimo se be se loketše selo sefe goba sefe. Ditshepedišo ka moka di ikopantše gomme di thoma go ya legaeng la kgoši. Bohle ba ema pele ga kgorwana, ba thoma go goeletša ARIMA(1,0,1) gore a tšwele ka ntle. ARIMA(1,0,1) a bona ngwanabo gomme a tabogela ka ntle ka pela ka mo go kgonagalago. Eupša NS a makatšwa ke ge a bona tshepedišo ye nnyane AR (2) ya go fetogafetoga AR(2) e sepela le ARIMA(1,0,1).

AR(2) a bona ka moo NS a bego a gakanegile ka gona, ka gona a tšea sephetho sa go ihlaloša, "NS, ke a tseba gore o befetšwe, efela ga o na lebaka la go ba bjalo. Re ditshepedišo ka moka. Ke dirilwe ka mokgwa wo ke lego ka wona ka lebaka. O ka se ihloboge gomme wa ipotša gore ga o bohlokwa ka ge o sa fihlelele maemo a bobotse bja mehlwaela wa nako wa mmušo. Ka moka re karolo ya motse wo wa go makatšago wo o bitšwago Mehlwaela ya Temporal".

AR(2) a lebelela ditshepedišo tše dingwe gomme a tšwela pele, "Emiša go nagana gore ga go na yo a go nyakago goba gore ga o dire tše dibotse go lekane ka ge o lekane. Selo sa godimo, o tshepedišo ya mehlwaela ya nako yeo motho yo mongwe a ratago go e bona ge a lebeletše thekišo ya gagwe ka nako. O ka thabišaa motho yo mongwe ka bo seo o lego sona. O se ke wa emiša go ba wena ka lebaka la yo mongwe yoo a sa bonego bohlokwa bja gago."

A lla, a lemoga gore mmogo ba bopa lefase la Mehlwaela ya Nako, gomme go be go na le khutšo mmušong gape. Ditebogo di lebišwa go tšhepedišo ya AR(2), yeo e emego ya lemoga o be lekane go feta.



ARIMA

ka Dylan J. Cuyler



Megobe ya ngwedi yeo e nago le mmala wa selibere o kganya fase sekgweng bjalo ka moyana o mobose mo lefelong. Ari o ile a lebelela monna yo a bego a le ka pele ga gagwe.

O be a na le magetla a makoto gomme a agile gabotse. Monna o be a dutše ka go pheka maoto a gagwe gomme mahlo a gagwe a tswaletšwe. O be a se na moriri gomme a be a na le tedu ya go bofiwa e dirile moselana. Monna o be a apere fela borokgo bjo botelele bja leokodi bo bofilwe ka thapo nokeng ya gagwe. Le ge a be a dutše, e be e le yo motelele go feta Ari.

"O nagana gore o tla fenyā?" Ari a botšiša.

Nako ye telele, monna o be a homotše.

"Dula," mafelelong a bolela.

Ari a dira ka ge a laetšwe. Monna a bula mahlo a gagwe gomme a phurulla matsogo a gagwe, diatla di lebane godimo.

"Movere Mediocris."

"Ka pela, thipa ya talalera ya tšwelela pele ga bona, e fofela godimo. E

be e na le mokgoko o mošweu woo o nago le leswao go ya bogaleng.

"Bjalo ka ge le tseba, mo lefaseng le se sengwe le se sengwe se laolwa ke kamano ya sona le nako."

"Othokhoroleišene," Ari a rialo.

"Seo se ithekgilego kudu ka nako se nakong" monna a tšwelela, "go feta moo ditiro tša sona gonabjale di ka ama seo se tla se diragalelago ka moso. Seo se sa ithekgago mo nakong ga se nakong, kgonagalo ke ye nnyane ya gore ditiro tša sona gonabjale di ame seo se tla se diragalelago ka moso. Gore seo se ithekgilego goba se sa ithekgago mo nakong go tsebja bjalo ka tatelano ya sona."

O ile a swara thipa ka mokgoko wa yona.

"Ge tatelano e le fase, thekniki e ba le maatla a mantši."

"O ile a dukološa thipa ka godimo ga hlogo ya Ari. Ka pejana, a timelela gomme a boela a tšwelela gape ka morago ga gagwe. A dukološa thipa gape. Ka pela seswantšho sa gagwe se ile sa tšwelela se dutše pela ga Ari."

"A ke maatla a Movere Mediocris, go ba le tokologo ye maatla ya nako. Ya ka ke ya tatelano ya fase, eupša ga se ya tatelano ya fase go feta ka moka."

A tšwetša letsogo la gagwe. Thipa e timelela go fihla e nyamela ka botlalo. Ke moka a emišetša diatla tša gagwe godimo.

"Othokresifi."

Ka pejana, sabole ya senamune ya tšwelela pele ga gagwe, e phaphametše moyeng. Gape e be e na le mokgoko wo moso, eupša o na le maswao a go fapana a di fapanego tšeo di ngwadilwego go lebana le mafelelo a yona.

A swara sabole ka mokgoko gomme a sepela a ya mohlareng wa kgauswi A thoma go o ripa ka sabola. Ka pela sabola ile ya thoma go phadima. Ka moripo wa boraro, e ile pharoga mo mohlareng. Ka moripo wa bošupa, mohlare wa tšwa diripa tše pedi."

"A ke maatla a Othokresifi, go ba le go ithekgaga kudu godimo ga nako."

Monna o ile a lahla sabola gomme a boela morago, a dula pele ga Ari.

"Temporis Seriem ke go ineela go kgona othokhoreleišene. Go se a lebelelwa bonnyane bja gagwe, Arma o mo legorong la gagwe; le ge e le mogolo wa gago, o na le seo a se hlokago."

"Ke eng seo?" Ari a botšiša.

"Maatla a go lemoga bofokodi bja gago gomme o sepelele pele. Go ba ka le khutšo le wena le lefase ke go se fetogefetoge. Go ba yo o sa fetogego le yo o lekalekana. Ge le ba babedi la tla go nna, go be go se nay o a sa fetogefetogego. Le be le ba mafelelo ba go phologa mp motsaneng wa lena ka morago ga ge motse wa lena o sentšwe le go fišwa ke Differentia Pura, eupša ntle le tšeo ka moka, Ari, o kgethile go sepelele pele. O tšweditše pele bowena bja gago bja go fapana gomme wa hwetša go se fetogefetoge."

Monna o ile a hema godimo gomme a buša moya. "Arma ga se a ka a dira seo."

"Ka moo o nagana gore o tla lahlegelwa?" Ari a botšiša. "Ge a ka se iphapantšhe le go hwetša go s efetogefetoge ga gagwe, ka nnete o tla lahlegelwa."

Ka nako yeo, Arma o ile a hema moya wa go fola, ge a namela kgato ya mafelelo ya maswika go fihla godimo ga thaba ya lehlwa.

Sefala se segolo sa maswika se se dirilwego ka maswika se be se eme ka pele ga gagwe.

Dikholomo tša maswika a magolo di be di robegile go phatlala le lebato. Kapoko e be ee khupeditše se sengwe le se sengwe ka ntle ga sefala.

A dutše godimo ga ye nngwe ya dikholomo e be e le monna yo a nago le moriri wo moso. O be a apere sutu ye ntsho le thai ye khwibidu. O ile a lebelela Arma ka mahlo a gagwe a makhwibidu. A kopana le

mahlo a gagwe.

"O swanetše go ba Arma", a goeletša. "Bagwera ba gago ba mpoditše ka wena. Eupša motse ka moka, ka nnete. Go bose go bona sefahlego sa leina."

"Arma o ile a hema ka maatla gomme a ntšha moya. Ka pejana, lefelo ka moka le ile la aparelwa ke phefo ye maatla ya moya wa go fiša. O ile a sepela a lebeletše monna yoo gomme a otlolla matsogo a gagwe, diatla di ile godimo. Ka bjako, dithipa tše pedi di ile tša tšwelela matsogong a gagwe — ye tee e talalerata bjalo ka safaira gomme ye nngwe e le senamune. Kgato ye nngwe le ye nngwe yeo a e tšego e latelwa ke muši ge kapoko ya ka fase ga gagwe e tologa.

"Ga o bolele kudu, ke a bona. Go lokile, tšwela pele gona. A re bone seo o ka se dirago."

Ka bjako, Arma o ile a timelela gomme a tšwelela ka morago ga gagwe. O ile a ripa ka fase ka mafelelo ka bobedi gomme a betha magetla a gagwe. O ile a timelela gape gomme a tšwelela moo a bego a thoma gona.

Monna yoo o ile a lebelela magetla a gagwe. Go be go go na le mo go kgeigilego mo sutung ya gagwe.

"Na ke seo fela? Ke be ke lete—"

O ile a kgaotšwa ke Arma yo a mmetha sefahlegong gomme a mo lahlela kgole sefaleng. O ile a thulana le ye nngwe ya diphilara tseo di pšhatlegilego, a e pšhatlagana. Monna yoo o ile a khunama."

"Bjang? O be o sa—"

Arma a timelela gape, a tšwelela ka morago ga gagwe a ripa. Seswantšho sa gagwe sa tšwelela ka pele ga gagwe sa ripa. Monna yo a retologa ka maoto a gagwe a thibela ditlhaselo ka moka ka matsogo a gagwe.

Sabola ya gagwe ya senamune ya thoma go phadima.

A timelela ka pela gape, a tšwelela le diswantšho tše tharo, a ripa ka morago, ka lehlakoreng la gagwe la ngele le go ya leotong la gagwe la go ja. Monna a leka go thibela, eupša disabole di kgoma nama ya

gagwe. A goeletša ga bohloko.

Arma a tšwela pele ka go hlasela go fihlela monna yo a wela fase, a khupeditšwe ke meokgo gomme a sa kgone go sepela. A ema godimo ga gagwe a tliša dintlha tša dithipa tša gagwe molaleng wa gagwe.

"Tšwela pele, e dire!" O ile a lwa.

Arma o ile a mo lebelela a thoma go thothomela. Monna yo o ile a sega kudu.

"Ga o kgone go e dira, akere? Hehehe! O tšere leeto le le telele, gomme ga o kgone le go fetša! Motse wa geno o nagana eng gonajale? Bagwera ba gago? Morwarrago? Leeto le le telele fela go ba swabiša!"

Mahlo a gagwe a tletše meokgo.

"Awwww, naa ngwana yo o tla lla?" a goeletše.

Meokgo e ile ya thoma go elela marameng a gagwe. Nako ye telele, o be a sa šuthe. Mafelelong, o ile a theošetša dithipa tša gagwe gomme a a phatlatatša. O ile a thoma go sepela a lebile dikgatong tša maswika.

"O dira eng? Nfetiše!"

Arma o ile a ema dikgatong gomme a lebelela morago ka mahlo a madi. O ile a hema ka go thothomela.

"Se se ka se be seo ba bego ba se nyaka. E sego go nna gape e sego go wena. Le ge e le gore o dirile go go gontši, go bonagala ba go rapelela gonabjale."

O ile a hema gape.

"O fentšwe. Ntwa ye e fedile."

Arma o ile a thoma go theoga dikgatong.

Monna yo o ile a goeletša gomme a tšwela pele go mo roga, eupša ga a ka a mo theeletša. Le ge a be ekwa bohloko, o ile a iphetolela gomme a hwetša go se fetogefetoge ga gagwe. O ile a fetoga Arima.



Mosepelo wa Kekišo wa Nako ye Telele

ka Mbekezeli Mazibuko

Kgalekgale go be go na le bana ba babedi ba go bitšwa Non-stationary le Stationary. Legae la bona le le botse le be le le nageng yeo e bitšwago Yemen. Yemen e be e tsebega bjalo ka naga ya go fokola - yeo e laetšago maatla a naga ya go fokola goba taolo ya naga ya go fokola, ya tlogela baagi ba naga ba le kotsing ba šetše ba le kotsing. Yemen e be e le ye nngwe ya dinaga tša go hloka kudu mo seleteng, gomme bontši bja baagi ba be ba phela ka fase ga bohloki bjo bogolo. Se se ile sa tšweletša dikgopolo tša kganetšo mabapi le tlhokego ya mešomo, maemo a ekonomi, le bosenyi, seo se dirile gore go be le megwanto nako le nako.

Non-stationary o be a šetše a hlokomela kudu gomme o be a ikemišeditše yena le motse wa gagwe. O be a ka bolela dilo ka moo di lego gomme a ka se tšhabe go ipolela. Go tloga a sa le yo monnyane, o be a tshwenyegile ka maemo a bophelo bja lapa la gagwe le setšhaba. Ga sa nka ya ba mosetsana wa magareng gomme o be a tlwaela ka pela. Ka lehlakoreng le lengwe, Stationary o be a tshwenyegile kudu ka go swantšhwa le ba bangwe gomme o ile a inamela maemo a setšhaba. O be a dira seo a laetšwago go se dira ntle le go sekaseka goba go naganišiša ka go tsenelela. E be e le motho wa kakaretšo.

Bana ba ba motho ba babedi ba be ba ithutile Kakanyo ya Ka moso le ka moo batho ba dirago le go šomiša tšhelete, eupša Non-stationary o be a na le pono ye kgolo le boitlamo bjo bogolo go feta Stationary. Morago ga go ithuta, ka bobedi ba šomile ofising ya mopresidente ka Yemen. Le ge go le bjalo, Stationary o be a ratwa kudu go feta Non-stationary ka gobane ditlhalošo tša gagwe tša ekonomi di be di le magareng fela gomme di efa baetapele ba gagwe kholofelo mabapi le seemo sa naga ka moso.

Stationary o ile a ikhwetša a le maemong a godimo kudu a maatla le taolo, moo a ilego a hloma melawana ya semmušo ya naga. O ile a šoma ka diphapošing tša go akanya gomme a ka apara dikobo tše dibotse kudu, tše bjalo ka kobo ya ARMA, ntle le go fetoga selo ka ga gagwe ka gobane o be a fihla sebaka sa nnete sa ka moso gomme a se ke a utolla dikotsi tša ekonomi ya Yemen.

Nako le nako ge Non-stationary a be a kgethwa go phetha mešomo ya ekonomi, ge go hlokegile matsogo a mantši a go thuša Stationary, o be a swanetše go ya ditekong tše dintši tše di thata le ditlhahlobo, e lego teko ya semelo, teko ya ARDF ya botho, le tlhahlobo ya go fapafapana. Morago ga go ya ditekong tšohle le ditlhahlobong, o be a fiwa kobo ya ARIMA, yeo e bego e sa bitše tšhelete ye ntši kudu go bapetša le kobo ya ARMA.

Non-stationary o be a dula a tseba gore ke yena karabo ya bothata bjo bongwe le bjo bongwe bjoo naga ya gagwe e lebanego le bjona, eupša o be a se dire selo ka gobane o be a boifa go lahlegelwa ke mošomo wa gagwe le go rakwa nageng ya gagwe. Stationary o ile a bona gore letšhogo le tla mo šitiša go dira seo se hlokegago nageng. Ka fao o ile a rulaganya go gopotša Non-stationary ka maatla a gagwe le maikemišetšo a gagwe kamoka.

O ile a mo gopotša gore maatla a bona a šoma mmogo go rarolla mathata a Yemen. Se se file Non-stationary sebete sa go ya ditekong tšohle tšeo go ba karabo ya ditlhohlo tša naga ya gagwe.



KAROLO YA 2



Kakanyo le Sci-Fi



Z_t le tšweletšo ya Moriti

ka David Dodkins

"K_a moo, o nyaka go kwa kanegelo ya ga Z_t le peu ya moreti? Go Lokile, ke ye, ngwana.

Kgalekgale, nakong ye kgolo, ge Kgoši ye maatla Agamemnon le morwarragwe Menelaus le bagale ka moka ba kgale, ba be ba tšwele kgaufsi ga Aegean go dikologa maboto a Troy, go be go phela kgošana ye nnyane ya Corinth yeo e bitšwago Z_t.

Ge tatagwe, Kgoši ya Corinth, a sepela le Magerika a mangwe go phethagatša kano ya bona go Menelaus, Z_t e be e sa le ngwana yo monnyne kudu, yo a bego a sa kgone go sepela le mašole ba ntwa. Eupša seo e be e le mengwaga ye šupa ya go feta, gomme mašole a ntwa ga se ba hlwa ba boa. Z_t o be a gapeletšega go tšea maikarabelo a magolo a go laola mmušo, mošomo wo a bego a ikwa a se a lokela go o dira, ka gobane a be a se a ka a itemogele ntwa goba a dira sefe goba sefe seo se swanetšego ntwa. Ka mantšu a fasana, malapa a borena ba be ba mmitša Lešata le Lešweu. Le go amolete yeo mmagwe a bego a mo fa neelego nakong ya lehu la gagwe, go be go ngwadilwe: "Z_t = a_t".

Ge ngwaga wa bošupa wa Ntwa ya Troy o be o batamela mafelelong, Pallas Athena o ile a iša mahlo a gagwe go Corinth gomme a bona kwelobohloko go Z_t yo a se nago maitemogelo, yo a bego a tla swanela

go ba kgoši ka pela, ka gobane o be a tseba gore tatagwe a ka se sa boa go tšwa ntweng. O ile a rarolla gore a mo lokišetše seo se bego se etla. O ile a ikhupetša ka lešela le tsotwa, gomme ka fao, a iphihla mahlong a batho, o ile a tsena kgorong ya Corinth bošegogare gomme a ripa moriri wa Z_t . O ile a aga seswantšho sa motho gomme a budulela moya go sona, gomme a se lokollela toropong. O be a hlotše sephedi sa moriti - diphoofole tšeo di lebelegago bjalo ka batho eupša ga di na moya.

Ge le dikela, sanokwana se ile sa hlasela sa bolaya sehlopha ka moka sa bahlokamedi, sa tlogela monna o tee fela a phela go begela mookamedi wa bahlokamedi. Ge Z_t a tsebišwa ka senokwana se se itirelago boithatelo ka toropong, o ile a tšhoga, ka gobane a be a sa tsebe gore a direng. Ga se a ka a lebane le senokwane pele; o be a belaela taolo ya bokgoni bja gagwe. Ka fao, Pallas Athena wa mahlo a matsoto a apara bjalo ka yo mongwe wa bašomi ka mošate gomme a goe Z_t ka sebopego sa motho.

74

"Morena wa ka," a rialo, "o tshwenyegile ke senokwana sa mo toropong. Se se tšhabe, eupša sepela o le tee go ya kgaolong ya godimo ya toropo, lefelong le legolo la toropo, ge le se na motho, gomme letšatši le le godimo kudu. Se tšee selo sefe goba sefe ntle le lebotlelo la beine le leoto la konyana, gomme ge o kgonthišetše gore o tee, aga aletare gomme o dire neelo ya beine le nama ya konyana. Morago rapela go Helios, modimo wa letšatši yo a šireletšago Corinth, bakeng sa tlhahlo. O tla bona o tla arabja."

Z_t o ile a nagana gore ye ke kgakollo ye botse gomme a dira ka mokgwa wo Athena a mo laetšego ka gona. O ile a namela kgaolong ya godimo, a aga altare, a neela beine le konyana, gomme a rapelela tlhahlo. Nako ye a fetšago, senokwana se ile sa tšwa ka moriting. Z_t o ile a lemoga gore o dirile phošo ye kgolo ya go tla a le tee gape a se na dibetša kgaolong ya godimo ye e se nago motho mola senokwana se be se lokologile mo toropong. Senokwana se ile sa batamela go Z_t gomme sa mo ripa lerama ka dinala tša sona tše ditelele.

Ka lentšu la bogale, a re, "O ile wa nagana go tšea sabola le wena, o be o tla mpolaya bjale. Go e na le seo, bontši bja badudi bag ago bat

la hlokofala ka lebaka la diphošo tša gago. Lebadi le le tla go gopotša phošo ya gago". Gomme morago a sepela.

Tseleng ya go boela mošate, Z_t o be a šoma kudu go nagana ka seo se diregilego: "Ke ka baka la eng a sa mpolaye? Ke ka lebaka la eng ke sa tšeeng sabola le nna? Eupša ke swanetše go ithuta go tšwa mo go se. Ge ke eba kgoši ka letšatši le lengwe, diphošo tša ka di tla dira gore bathoba bantši ba hlokofale. Ke swanetše go ithuta go tšwa diphošong ka mong gore ke se di bušetše."

"Ge a be a nagana ka dilo tše, amulete ya gagwe ya fiša mo kgareng ya gagwe. Ge a se lebelela, o bone gore mongwalo wo o lego amuleteng o fetotšwe ka maselamoto: lefelong la " $Z_t = a_t$ " bjale go be go eme " $Z_t = a_t - \theta a_{(t-1)}$ " – fomula ya bogologolo yeo e šomišetšwego ke sehlopha sa Tshepedišo ya Palogare ya Mosepelo.

"Ee" Z_t a nagana, "ke tšhomišo ya diphošo tša ka tša nakong ye e fetilego."

"Ge a fihla mošate, Pallas Athena a mo ya go yena sebopego sa molaodi wa mašole. "Bjalo, morena wa ka, banna ba bantši ba hlokofetše ka baka la diphošo tša gago."

75

"Ee, molaodi wa mašole, ke nnete," Z_t a araba, "eupša le ge ke itshola ka diphošo tša ka, ga ke sa di boifa. Ke karolo ya ka."

"Gabotse. Kgoši ya ka moso e swanetše go kgona go dumela diphošo tša yona, go ithuta go tšona, le go di lokiša. O tla ba le sebaka se sengwe go fenywa senokwane."

Ge Athena a bolela ka moo, o lahlile sebopego sa gagwe gore Z_t a tsebe gore o pele ga Olimpiana. "Bošego bjo, o swanetše go ya lebitleng la badimo ba geno ge ngwedi o tšwela godimo ge motsomi Artemis a ya lefaufaug ka koloi ya gagwe ya silibere. Tšea sabola le kotse ya gago gomme o lebane le senokwana. Bošego bjo, bokamoso bja Ntlo ya Corinth bo tla šupša, gobane tatago o wele ntweng mesong ye. Ka go thuthupa, o tšwelela pele ga mahlo a Z_t ."

A lemoga maele a Olimpo, Z_t a ya lebitleng la badimo bag abo a le tee. Senokwana se be se mo emetše gona. Ka go gegea, sa bitša Z_t .

"Bjale o tllile go hwela mo go bahu ba gago? Bea sabole ya gago. Ga o na bokgoni bja tatago. O se ke wa leka go kgoketša ka mantšu, gobane ga o na leleme la silibere la mmago goba maleatlana a gagwe. Ga o swanele ke badimo ba gago."

"Khutšo, diabololo, ke nnete ka moka seo o se boletšego. Ga ke na bokgoni bja Tate ka sabola goba maatla a Mma ka mantšu, efela megopolo ya bona e sa phela go nna. Tate o hlokošetše lefaseng la boditšhabatšhaba go šireletša setšhaba sa rena. Sebete sa gagwe se tla fenya letšhogo la ka. Mma a ka ba le maatla a maleatlana, efela maleatlana a maatla kudu ke maatla a lerato. Lerato la ka la setšhaba sa rena le tla fenya mešomo ya gago ye leswiswi. Ga ke badimo ba ka, efela ke sa le madi a bona. Gomme bjale ke tseba leina la gago, diabololo."

Z_t ga a hloke go lebelela amulete ya gagwe go tseba gore e bontšha fomula ya lekgotla la bogologolo la tshepetšo ya ARMA, batsomi ba diabololo: " $Z_t = Z_{(t-1)} + at - \theta_{(t-1)}$ ". Bjale o be a tseba gore le ge e be e se batswadi ba gagwe, o be a sa le tshepedišo ya bao ba bilego pele ga gagwe.

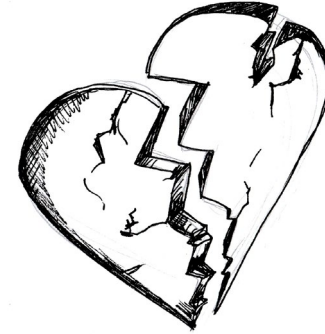
Ka go tsenya sebetla sa gagwe mokotleng, Z_t a batamela sebatana.

"Ke go thea leina: madi a madi a ka, nama ya nama ya ka, moriti wa moya wa ka. O tshepedišo ya ARIMA. O nna. Ke wena. O tshenyo yeo nka bego ke e dirile ka go se tsebe. Nkabe ke dirile ka baka a go se hlokomele ga ka. O yo nkego ke bego ke le yena, efela bjale ke farologanya le wena. Ke go bone. Ke bone meputso ya diphošo tša ka. Ke bone dimpho tša badimo ba ka. Ga ke sa le wena; ke farologantšwe."

Ka mantšu a, Z_t a swara tšweletšo ya moriti, gomme ya timelela ka matsogong a gagwe.

Kanegelo e re se ile sa fa Z_t mantšu a a mafelelo: "Mafelelong, o loketše go ba kgoši. Nkgopole. Gopola seo se tlogo direga ge o sa kgone go lebana le ditlhohlo tšeo di go emetšego. O na le maatla go feta ka moo o naganago."





Setšhaba sa go Fapafapana

ka Oghenefejiro Arek-Bawa

Kgalekgale, dihlopha tše pedi tša batho di be di phela ka khutšo ya tšona ka thoko. Se sengwe se be se dumela ka go phethagala, mola se sengwe se be se amogela go se phethagale. Sehlopha sa pele se be se le sa setšo bao ba be ba atlega ka tlhophišo gomme ba be ba dumela gore nako ya bona ya maabane e ba thuša go ba pono ye kaone ga bona. Ba be ba ithutile ebile ba be ba le bohlale. Ba be ba tsebega bjalo ka di-AR. Boikgopolelo, bokamoso le go ikemišetša go hlolwa ga sehlopha se sengwe go ba dumelela go phela bophelo bja tokologo ye kgolo. Ba be ba bitšwa di-MA. Di-AR di be di laola setšhaba bjalo ka borena, mola di-MA e be e le baithuti le moya ya tokologo.

Julie, AR(2), e be e le kgošigadi ya batho ba AR gomme a phela bophelo bjo bobotse moo a bego a filwe tšohle tšeo a kilego a di nyaka. Ge nomoro ye kgolo e abetšwe motho, ba a hlokomologwa setšhabeng. Ka moo, Julie o be a lekanyeditšwe kudu.

Mantšiboa a matswalo a gagwe a mengwaga ye 21, a tšea sephetho sa go sepela ka serapeng sa mošate. A bona monna yo a aperego diaparo tša kgale tšeo di tšhetšwego ke pente ye mpsha le ya kgale, yo a bego a mo pentela seswantšho. Ge a retologa gomme a mo lebelela ka mahlong a gagwe, ka bobedi ba ratana. Ge a mmatamela, a lemoga gore ke karolo ya morafe wa MA. Ka morago ga mapheko a mantši le go tšewa bjalo ka ba ka ntle, ba fetoga baratani ba pele ba ARMA.

Ka mengwaga ye 70 ya lenyalo la bona, kopano ya ARMA e fetošitše tšohle, e lebišitše go manyalo a mantši a AR le MA. Eupša se se hlotše sehlopha se seswa go felelela ka tšini ya Kopanyo.

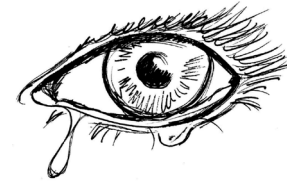
Ba hweditše gore ba amilwe ke kgopolo ya nako; ka fao, ba be ba sa eme ka maotong a bona ka go ba bona, mola dihlopha tša MA le AR tše di hlwekilego di be di eme. Se se dirile morafe wa ARIMA.

Morafe wa ARIMA o fetogile wa ka ntle ga naga. Ba be ba na le mešomo ya fase kudu setšhabeng. Ba be ba tsebega bjalo ka morafe wo o se nago lethabo. Ge tšini ya bona ya kopanyo e be e le godimo, kgethollo yeo ba e ikwago e be le ye mpsha.

Dave e be e le ngwana wa mengwaga ye 14 wa ARIMA(6,7,6). O be a le gare ga batho ba go se fetogefetoge kudu ka gobane tšini ya gagwe ya kopanyo e be e le 7. O be e etšwa go lelapa le lengwe la bohloki bja morafe wa go Kopanya ka motseng wa gagwe ka moka. A ikwa a le tee le ge e be e le gore o na le banababo ba bagolo ba bane ba le batswadi ba go mo rata. Batswadi ba bangwe ba botša bana ba bona gore ba se raloke le yena ka lebaka la go tšhoga. Banababo ka moka ba be ba dira o ka re ga ba mo tsebe.

Letšatši le lengwe, ka morago ga letšatši le lebe sekolong, o dutše godimo ga panka ya gagwe yeo a e ratago ka fase ga mohlare wo mogolo. O be a rapelela bophelo bjo bo kaone, gomme phefo ye kgolo ya tliša pampiri ya papatšo maotong a gagwe. Ka go sokologa, o be a le kgauswi le go kgeila pampiri yeo. Gomme a bona "Setšhaba sa Phapantšho" ka ditlhaka tše dikgolo tše di nago tša go gatelelwa, lefelo leo ba bego ba tšhepišitše go dira gore o fapane gannyane. O kwele o ekwa o ka re dithapelo tša gago ga di arabjwe. Ka nako yeo, o tšhabetše sekolong le batswadi ba gagwe gomme a ikana gore o tla boa fela ge a šetše a fapane gannyane, a se sa befile kudu.

Ka morago ga go sepela letšatši ka moka le bošego ka moka, mafelelong a fihla go ofisi ya bohloko ya Setšhaba sa Phapantšho, se se tsebjago e le DS. O bone mothladi wo motelele wa batho, ka moka ba na le ponagalo ya go swana ya tshepo e ngwadilwe difahlegong tša bona. La mathomo, o kwele a bonwa gomme a le lefelong. Seo se bego se tletše dikgopolong tša gagwe e be e le bophelo bjo boswa bjo bo tletšego lerato, lethabo le kamogelo.



Ka morago ga seo se bego se bonagala e ka be ke mengwaga, mafelelong o fihlile ka pele ga kgoro gomme a kopana le potšišo, "Na o na le tefo?"

Se se mo makaditše kudu, gomme ge a lebelela papatšo fase ka letsogong la go ja khutlong ka mongwalo o motelele, o bone mantšu a go hloka tlhompho ao a sa kago a a bona.

O tlogile a fentšwe ka phedišano. O hweditše setulo sa go dula ka fase ga mohlare wa kgale wo o bego o swana le wo o tšwago motseng wa gagwe. Seo a bego a nagana ka sona fela ke gore kholofelo ya gagwe e ile. Ge a phagimiša hlogo, o lemogile mokgalabje - wa mengwaga ye e ka bago.

Monna a mmotšiša, "Na o gabotse, morwa?"

Ka taletšo yeo, o mmoditše tšohle. Mokgalabje o dutše le yena metsotso ye mengwe ye lesome. Ge a sepela, a re, "Seo o se nyakago ga se gona moo."

Dave ga se a ka a kwešiša tlhalošo ya mantšu ao. Ka morago ga iri, mafelelong a hwetša sebete sa go boela gae. Ge a etšwa leribeng, o lemogile mokotla wa letlalo. Ge a bula mokotla, o amogelwa ke gauta; gauta ye botse ye e tletšego seripa sa mokotla wo. Ka gauta seatlaneng, o kitimile a boela go DS.

Ka morago ga tshepedišo ya go fapantšha, o boditšwe gore a dule kgwedi ye tee go fola le go fela a thelele ka botlalo. Nako ya go dula ga gagwe, o lemogile gore ga a kgone go fihlelela karolo ye nngwe ya gagwe. O ikwa a se a felelela, e lego seo mo go yena se bego se utolla go feta go ba le tše di tšweletšego. Difahlego tše di mo dikologilego di ile tša hlohleletša kgopolo ye.

Ka letšatši le lengwe go na le letšatši, o ile a tšwela ka ntle ga lefelo la gagwe la go fola gomme a sepela. A fela a le leribeng la go swana le lona leo. Mokgalabje o ile a tla go yena gomme a mmotšiša ge a le gabotse.

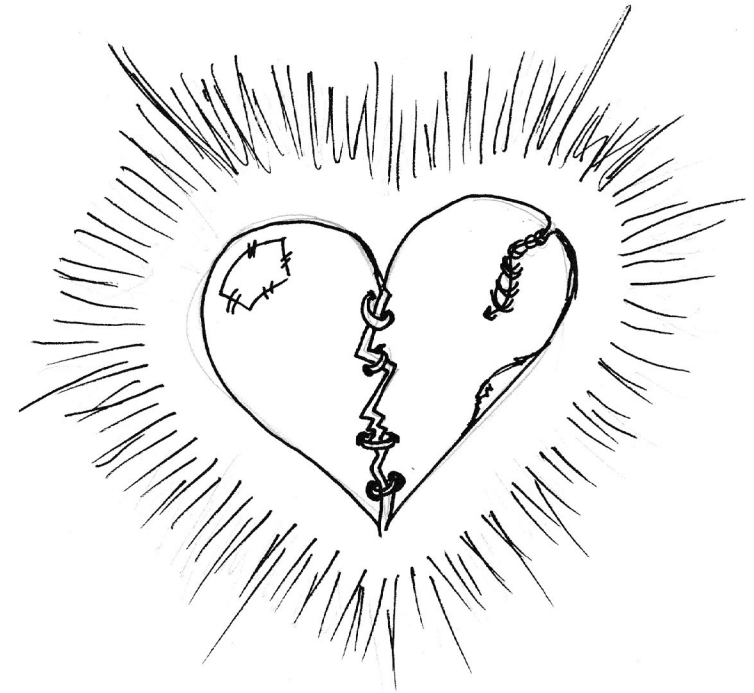
"Aowa, ke fapane fela" a araba.

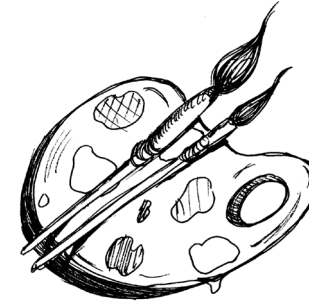
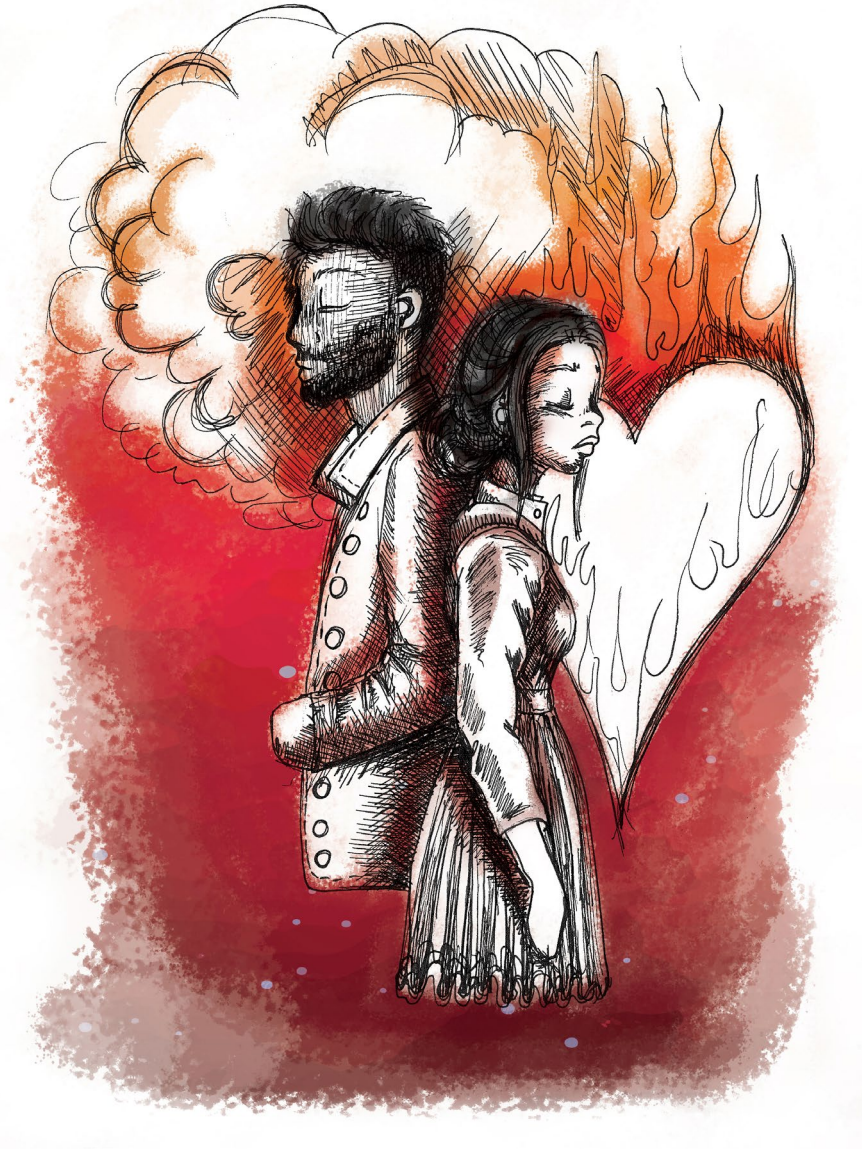
Mokgalabje o ile a mmtša gore ga a sa fapane. Ge aekwa se, pelo ya gagwe ya robega, gomme a lla.

Ge a lebeletše godimo, o ile a lemoga gore mokgalabje a dutše a sa ba le yena. O ile a makala, gomme pele a ka bolela, mokgalabe o ile a mmotšša gore batswadi ba gagwe e be e le baratani ba ARMA gomme ga sa nka a ikwa a amogelelegile, gore ke yena wa mathomo wa morafe wa go fetogafetoga, ARIMA(1,1,1). Ka maswabi, o be a le bohlale gomme a tla ka DS. Ka tebelelo la go nyama, o ile a re o be a lakatša gore Dave o be a tšere tšhelete yeo go e šomišetša se se sengwe.

Mokgalabje o ile a mo fa lelkere le le khwibidu leo le bego le tla fediša phapantšho - e ya dumelela Dave go boela ka moo dilo di bego di le gona. Ntle le go diega, o ile a tšea lelekere yeo gomme a ikwa a phela gape."

ile a lemoga mafelelong gore lethabo le be le le ka gare ga gagwe nako ye telele. Ntle le go boela institušeneng, o ile a botša bohle ba ba mo theeletšago ka ga botse bja go fapana. O phetše bophelo bja gagwe ka lethabo le go rata go feta motho yo mongwe le yo mongwe yo wa go se fetogefetoge le go hlatsela gore karabo e be e le ka gare ga rena ka mehla.





Gare ga Toropo ya Braamfontein

ka Dikeledi Rose Motseleng

Gare ga Johannesburg ye e phatlaletšego, ye e nago le mebalabala ye mentši, le ye e phelago gabotse ka gare ga Braamfontein, go be go dula moithuti wa PhD yo a bego a tseba ka botlalo ka ga takatso le go ikwa a lakatšwa, tokologo ya go tlogela monagano wa gago o kitima ka dikgopolo. Kanegelo ye ke ya tshenyego, ya go nyaka go ba le tše kaone tša lefase ka bobedi, ka nako ye tee.

Batho bao re kopanego le bona letšatši le lengwe le le lengwe ga ba na histori ye e tee – e ka ba bagwera, malapa, goba balekane ba rena bao re phelago le bona – ka moka re na le merwalo go tšwa maphelong a rena a peleng a ka morago, yeo e tšweletšago ka pele bophelong bja rena bja gonabjale, gammogo le ka bokamoso.

Ge AR(1) a kopana le MA(1), o be a sa tsebe gore bophelo bja gagwe bo tla fetoga kudu. O tsebe, MA(1) le AR(1) e be e le batho ba go fapana ka mo go feletšego ka tsela ye nngwe le ye nngwe. AR(1) e be e le monna wa go ithuta ka tsela ya go boela morago. Batho ba bangwe ba be ba ka mmitša motho wan nete gob awa bothata. O be a nyaka gore dilo di bonagale ka mo go kwešišwago gabonolo. E be e le mohuta wa monna yo a beago bokamorago ka yena ka sebetse, go ra gore o be a lebelela se se diregilego ka bophelong bja gagwe bja bjale le bja bokamoso ka go šomiša maitemogelo a ka morago. Ke mokgwa wo mobe wo a bego a na le wona ka gobane a be a thabetše taolo kudu. MA(1), ka lehlakoreng

le lengwe, e be e le mohuta wa ngwana wa mosetsana yo a bego a ka go fa nako ye nngwe le ye nngwe bonnete bja go se fetoge (go se fetoge). O be a sa swanetše go e nyaka, efela a be a sa phethagatšwe le yena – o be a phela le diphošo tša gagwe tšeo a di dirilego ka morago gomme o be a se thwii bjalo ka AR(1). Motho a ka bolela gore e be e le mohuta wa ngwana wa mosetsana yo a ratago maitemogelo a mabotse ka dinako tše dingwe. Gare ga kamano ya lereto le lehloyo, ba babedi ba segofaditšwe ke ARMA(1,1), yo a bego a na le diponagalo tša bobedi AR(1) le MA(1). Go be go bonagala, nakong ye nnyane, go ka ba le kholofelo ye nnyane go baratiwa ba rena ba babedi ka gobane ARMA(1,1) o be a emišeditše (a sa fetogefetoge) ba babedi, go swana le mmagwe, MA(1). Na se se ka bego e le lethabo le legolo go feta ka moka bjoo ka moka re bo nyakago?

Ga go na selo bophelong bjo bo bonagalago ka tsela ye bo bonagalago ka yona, gomme re ka se kgone go akanya gore dilo di bjalo ka ge di le ka gona. Ge kamano ye e tšwela pele mengwageng, re ithuta gore yo mongwe wa ba babedi o ile a fetola ditekanyetšo tša gagwe le melawana. Re hwetša gore go bile le ditiro tše dingwe tša go fapana (go fetogafetoga le go se tshepagalelene) ka gare ga kamano.

Bjale, dilo di thomile go ba boima ge re hwetša gore MA(1) o ile a tšwa ka ntle ga kamano, ka gona go feletša ka ARIMA(1,1,1). Batho ba babedi e be e le bona ka mathomong ka gare ga kamano, gomme yo mongwe o ile a tsenywa ka lehlakoreng (*d *= 1). Othokhoreleišene (kgokagano) magareng ga AR(1) le MA(1) ka ARMA(1,1) e be e fedišitšwe ka go nanya; e bontšhitše go senyega ga bokgoni go lebeletše lefeela. Kgokagano, lerato, le tshepedišano di be di se sa le gona. Na re ka ba bea molato, goba go be go na le se sengwe se sebjalo sa boloyi seo se bego se dutše ka morago seo se kgorometšago MA(1) go dira seo a se dirilego?

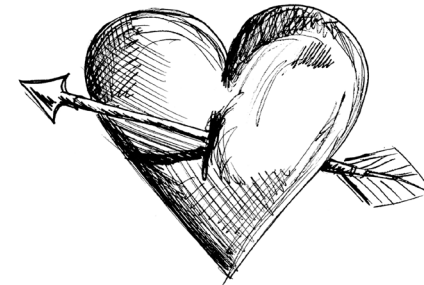
Dipotšišo di thoma go kitima ka menaganong ya rena: Naa kamano magareng ga AR(1) le MA(1) e ile ya boela kua e bego e le gona? Naa go be go na le tsela ya go šupa gabotse kua dilo di bego di se bose gore MA(1) a dire sebe se se bohloko se bjalo? Re na le bonnete bjo bo kaakang gore e be e le le motho a le tee fela? Ke bomang batho bao? Na e be e le ARI(2), ARI(3), IMA(2), goba IMA(3) mohlomongwe?

Bjalo ka ge go bolelwa: "Ge dipoo tše pedi di elwa, bjang ke bjona bo kwago bohloko." Diphapano di be di swanetše go bewa ka thoko go lokiša maemo le go bea bokaone bja ARMA(1,1) pele - go fa go se fetogefetoge (go ba felo gotee) bjoo bo bego bo nyakwa kudu.

MA(1) e be e le sebopego se se raraganego kudu, ga go bjalo? Ka gona, a re aroleng lebaka leo a dirilego seo a se dirilego ka lona. Ka lefaseng le le tletšego katlholo le lehloyo, o be a swanetše go bontšha bjang boyena ge fela seo a bego a se nyaka e be e le go ba le ngwana wa mosetsana yo a bego a goteditše pelo ya gagwe mollo? Kgokagano ya gagwe le IMA(1) e be e se kgohlano, efela e be e le takatso ya go nyaka tše kaone tša mafase ka bobedi. Lefase leo AR(1) a bego a fa polokego ka mokgwa wo mongwe goba wo mongwe le leo IMA(1) a bego a fa kgahlego, maitemogelo a go fetogafetoga (go se be felo gotee), moo tiragalo ye nngwe le ye nngwe e bego e theilwe godimo ga maikutlo a mangwe a sa lebelelwago ao a bego a tšweletša ka nako yeo e filwego, e ka ba ka morago (ka morago), bjale goba ka bokamoso.

Tharollo, karabo, e be e nyakega go rarolla se. Eupš ke eng? Re tloša IMA(1) bjang ka gare ga ekheišene? Re tloša d = 1 bjang go ARIMA(1,1)? Re kopanyolla ARIMA(1,1) bjang?

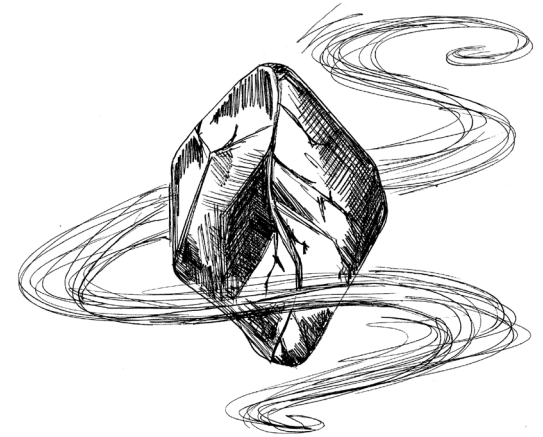
Tharollo ye kaone e be e le phapantšho ya mathomo ARIMA(1,1,1) ka go šomišana, terapi, le theeletšo ya boeletši, ka gobane se se tla kgontšha AR(1) go amogela bothata. Re ka holofela fela gore kamano magareng ga AR(1) le MA(1) e fedile ka kopano le go ba le go se fetogefetoge (go ema felo gotee) go se fetogefetoge ga bonnete ntle le sehla (ga go ditiro tša ka ntle ga lenyalo).





Osama le Leswika la Mashigo

ka Ndabeni Mokoena



Mengwaga ye mentši ye fetilego, go be go na le naga ye botse ya dithaba ye e bitšwago Matibidi. E be e hwetšwa gare ga Afrika. E be e na le metsana ye mentši mo selete seo se tee. Go be go dula go na le lehloyo magareng ga metsana, se se dira gore go be le dintwa tše di sa felego. Bjalo ka kotlo, Osama, mohlami wa tšohle, o ile a romela Balois nageng ya Matibidi. Batho ba be ba tšhogela maphelo a bona.

Balois ya senamune e ile ya tla go nyakišiša dipelo tša batho. Ba ba bego ba na le bokaone dipelong tša bona ba ile ba phološwa ke Balois ya senamune, mola ba ba bego ba na le bobbe dipelong tša bona ba ile ba išwa magageng a Mapungubwe, lefelo le le kgethegago. Batho ba makgolwana a mmalwa fela ba šetše Matibidi. Bao ba phologilego ba ile ba rapela Osama gore ba swarelwe. Ge a araba, Osama o ile a hlola leswika la lešata le lešweu leo le bitšwago Leswika la Mashigo. Ge fela leswika le be le šoma, Balois a se boele motseng.

Leswika la Mashigo le be le phadima gabotse bjalo ka letšatši mesong ye mengwe le ye mengwe. Mapulana, baagi ba Matibidi, ba ile ba makatšwa ke se. Maemo a go se fetoge a go bjalo a be a sa kwe a kwagalwa. Le ge go le bjalo, ka morago ga mengwaga ye masometharo, moporofeta, Naledi, o ile a tloga ka molaetša go tšwa go Osama.

Naledi o ile a re: "Mantšu a Osama ke a: 'Batho ba ka, Mapulana, ke le file sebopego se seswa mengwaga ye masometharo. Bjale, ga ke kgotsofale gore ga le a fetoga. Le sa le batho ba go dira bobe bjo bo swanago. Bjale ke tla tliša kahlolo gape go Matibidi."

Letšhogo le legolo la feta Matibidi gomme leru le leso la duls godimo ga Mapulana. Leo le bego le sepelelana le maikutlo e be e le Leswika la Mashigo. Le be le phadima bjalo ka naleli ye e hwago. Ditlamorago tša seo di ka dira gore di be di tšhošitše kudu go Mapulana go gopola ka tšona. Tšhegofatso le Mmaphefo e be e le bana nakong ya mafelelo ge Balois e gaogela motsana wa Matibidi ka boteng bja yona. Tšhegofatso le Mmaphefo ba be ba gopola mokgalebje yo bohlale yo a bego a bitšwa Johan-Pitsedisuleyang, yo ka nako yeo a bego a hlhloletša batho go rapela Osama. Ba be ba nagana gore monna yo yo bohlale yo a ka tseba se se swanetšego go dirwa bjale, le ge go le bjalo, ba be ba swanela pele ba mo hwetša. La mafelelo go kwelwe gore o be a dula Thabeng ya Phiri. Nyakišišo ya bona ya thoma.

Mo mesong, Tšhegofatšo le Mmaphefo ba ile ba sepela ba ya Thabeng ya Phiri. Ge ba be ba sepela, Tšhegofatšo le Mmaphefo ba lemogile gore ba swanetše go tla ka mokgwa wa go akanya ka ga maatla a Leswika la Mashigo letšatšing le le latelago. Tšhegofatšo le Mmaphefo ba be ba tseba gore batho ba Mapulana ba be ba sa kgone go fetola boitshwaro bja bona bjo bobe kapejana.

Ge ba be ba namela thaba, ba fihleletše sephetho sa gore go tla ba kaone go ba go akanya ka ga mokgwa wo maatla a Leswika la Mashigo a ka o latelago. Kgauswi le godimo ga thaba, ba hwetša legaga le le ilego la hwetša Johan-Pitsedisuleyang ka sebele. O dumeletše gore a ka no se kgone go thuša kudu. O šupile gore ge ba ka robala bošego, mohlomongwe a ka thuša kudu ka mesong.

Ba lemogile pele ga ge ba robala gore Johan-Pitsedisuleyang e be e le monna wa ditshupetšo tše dintši. O gateletše gore botse bja Leswika

la Mashigo e be e le gore le be le sa fetogefetgoe (go se fetogefetoge). Ka gona, o dirile bonnete bja gore ba nagana gore le be le sa fetoge. Go Tšhegofatšo le Mmaphefo, go be go makatša go nagana gore go tšwa ga lesedi la Leswika la Mashigo go be go sa ithekge ka gore le be e le nako ye kaakang. Motheo wo o bjalo o be o ka kgona go kopanya dikgopolo tša bona ka moka go ba selo se se šomago. Go be go na le tše dingwe ka mesong.

Johan-Pitsedisuleyang o šišintše gore dibe tša batho ba Matibidi di be di sepelelana le diphetogo tša tikologo le ekholotši. Ge go be go na le pula ya go lekana le dijo tše di tlogetšwego, batho ba be ba tšwela pele ka taolo ye mpe ba dira ditiro tše mpe tše dintši.

Nakong ya komelelo le tlala, batho ba be ba be ba ratana gomme ba tlangwa ke melao ya Osama. Johan-Pitsedisuleyang o šišintši gore boitshwaro bja batho bo be bo sa fetoge go ya ka nako, kudukudu, mokgwa wa dinako tša ngwaga (wo o latelago mediro ya trikonometri). Tšhegofatšo le Mmaphefo ba be ba sa bone boitshwaro bja batho e le selo se segolo seo e bego e le seabe ka ga go benya ga Leswika la Mashigo. Ge ba be ba theeletša bohlale bja Johan-Pitsedisuleyang, go hloka tsebo ga bona go ile gwa bonagala. Eupša go be go sa na le tše dintši.

O boletše gore le ge "mokgwa wo wa go akanya" o ka thuša batho go bolela ka pela seo se tlogo direga go Leswika la Mashigo, o be o le kgole le nepišo. O šišintše gore ge batho ba ka e hwetša ka dipelong tša bona go amogela botho le lerato, ba ka dira khutšo le Osama. Kudu, o boletše gore ge, le ge fela ge.

Tšhegofatšo le Mmaphefo ba tšwile mogareng ba na le lesedi le dikgopolo tše pedi. Ba gopotše gore go be go na le mongwadi wa metsana ka moka ya Matibidi yo a bego a ngwala ka matsogo ditiragalo tšeo di bego di direga letšatši le lengwe le le lengwe nageng ye kgolo ye.

Kgopolo e ile ya sepela magareng ga bona gore ge ditiragalo di ka lekanywa go ya ka mokgwa wo batho ba bego ba itshwara ka gona (bobe go ya go botse, kudukudu go tloga go o go ya go 1), ba be ba ka ba le tekanyo ya boitshwaro. Mongwadi o be a boloka le diakhaonto

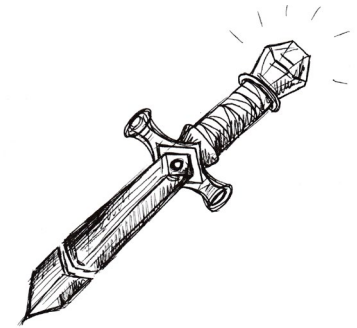
tša maatla a kganyogo ya lesedi a Leswika la Mashigo. Ka fao, bjale ba be ba na le dipalo tša nakong ye e fetilego, tšeo di bego di ka dirišwa tshepedišong ya 'tekolo' ya go boeletša go laola boitshwaro bja nakong ye e tlogo.

Ba ile ba akanya gore dipalo tše di be di ka ba tše di swanago letšatši le lengwe le le lengwe, go latela taelo ya Johan-Pitsedisuleyang ya botee. Gape, bjale ba be ba na le dipalo tša nakong ye e fetilego tše di bego di fa ditekanyo ka ga Letswai la Mashigo. Go bona, go ile gwa ba pepeneneng gore bjale ba be ba ka dira tshepedišo ye e feletšego ya 'tekolo'. Ka go makala ga bona, ba ile ba se ikwe ba kgotsofetše.

Lehu la Leswika la Mashigo le be le sa fapanege. Tšhegofatšoo le Mmaphefo ba be ba tseba gore lehu la leswika le be le ka se fetole dipelo tša batho. Ba be ba swanetše go fetola pelo ya Mapulana, go thuša batho ba bona go amogela botho le lerato.

Matswalo le lehu ke mafelelo a mabedi a go fapana. Lehu la Leswika la Mashigo ga se la tla bjalo ka makatšo gomme le be le lebega le begela mathomo a mafelelo a Mapulana. Le ge go le bjalo, dithuto tša kholofelo le dipoledišano tša lerato le botho di ile tša fa matswalo boitshwaro bjo boswa bja Mapulana. Khutšo e ile ya bolokwa nageng ka moka go tloga ka morago ga moo."





Nonwane ya Mašole a ARMA

Ka Levasen Reddy

Nakong ye e fetilego, nageng ya kgole mo Mmušong wa Stats go be go dula dihlopha tše pedi tša bahlabani bao ba bego ba tsebaga ka dipontšho tša bona tša ntwale ditheniki tša go raragana. Dihlopha tše di be di filwe dimpho tša go akanya goba bokgoni bja go bona bokamoso. Ka lebaka la mpho yeo, batho ba bantši nageng yeo ba be ba nyaka go ba karolo ya leloko la mahlakore a. Maina a mahlakore a mabedi e be e le AR le MA. Mahlakore a AR le MA e be e le bašomedi ba Mmušo wa Stats. Mmušo wa Stats e be e le o tee wa mebušo ye botse kudu mo lefaseng, ka letlotlo la wona le dutše go tsebo le tshekatsheko ya yona.

Dihlopha di be di na le ditshepedišo tša dintši tša thomišo tše batho ka gare ga sehlopha ba bego ba swanetše go di feta gore ba amogelwe. Sehlopheng sa MA, batho ba be ba swanetše go feta teko ya go ka fetolelwa, yeo e beago maatla a kamano ya bona. Gantši, batho ba be ba na le dikamano tša go feta e tee gomme ba gapeletšwa go bea magomo go dikamano tša bona gore e be e tee yeo e lego ya nnete le ya therešo. Leloko la AR le be le na le teko ya go se fetoge. Teko ye e be e ra gore motho o swanetše go bontšha boikano le tshepo go leloko ka go ba bontšha gore ba ka šoma ntle le go ithekga mo mothong yo mongwe. Ka lebaka la sebopego se thata sa diteko tše, batho ba ka lehlakoreng le ba be ba le ba ba botse kudu nageng gomme ba be ba bonwa bjalo ka ba ba bohlokwa kudu le ba maatla mo mmšong.



Mo mengwageng, dihlopha tša AR le MA di be di gotše ka maatla kudu, gomme se se be se ra gore di be di na le ba ba bantši. Lešaba leo le bego le ba tšhošetša kudu e be e le leloko leo le bitšwago go se fapafapane ga ARMA. Leloko le le be le na le bao ba ganwago ke dihlopha tša AR le MA, bao ba bego ba nyaka go tliša phetogo godimo ga tšona. Leloko la go fetogafetoga la ARMA le be le ikemišeditše go tliša tlhakatlhakano ka mmušong ka go senya bahlabani ba AR le MA le go ba fetolela go batho bao ba sego ba le sehlopha sa go fetogafetoga goba boemo bja go se fetoge. Ge eba leloko la go fetogafetoga la ARMA le ka atlega, mmušo o be o ka lahlegelwa ke bahlabani ba wona ba bagolo kudu gomme o be o tla wela ka fase ga mebušo ya magoši le bahlasedi bao ba nyakago go tšea Mmušo wo Mogolo wa Stats.

96 Bahlabani ba bagolo ba AR le MA ka moka ba kopane ka phapošing ye kgolo ya borena gore ba tle ba loge leano la go hwetša tharollo ya go lwantšha le go phošolla ditšhošetšo tše di tšwelelago tša leloko la go fetogafetoga la ARMA, gobane ba be ba tseba gore maatla a bomenetša a go fetogafetoga a ARMA a be a le bjang. Dibeke tše ntši ba be ba nagišiša ka fao ba ka lwantšhago se ka gona le dikgopolo tše ntši, efela, mafelelong, ga go na selo se se atlegilego. Ge eba tshepo ka moka e be e bonala e se gona, borena ka bowona, ka bohlae bja wona ka moka, bo tlišitše tharollo yeo a ka phološago mmuš. Tharollo ye e be e bitšwa phapantšho.

Ka tharollo ye, dihlopha tše pedi, AR le MA, di be di swanetše go kopana le go bopa dibopego tše pedi tše maatla tše di bitšwago ARIMA. Mohlabani yo a kgethilwego go tšwa go leloko la AR o be a tla bitšwa mohlabani wa ARIMA(1,1,0) goba mohlabani wa ARI.

Ka lehlakoreng le lengwe, mohlabani yo a kgethilwego go tšwa go leloko la MA o be a tla bitšwa mohlabani wa ARIMA(0,1,1) goba mohlabani wa IMA. Dibopego tše pedi di be di tla ba dibopego tše maatla kudu tša mmušo gomme di be di na le maatla a go senya leloko la go fetogafetoga la ARMA, ka ge bahlabani ba ARI le IMA ba be ba ka kgona go lwantšha maatla a bomenetša a leloko la ARMA.

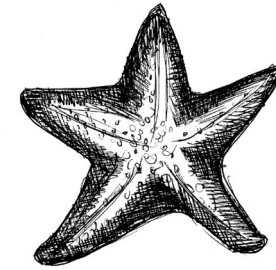
Efela go ba bahlabani ba ARI le IMA, ba be ba swanetše go feta teko ye thata kudu le ya go tia: go fapantšha. Tshepedišo ye e be e nyaka gore dikgopolo tša bona di arolwe gomme di agwe gape, gomme ke bahlabani ba maatla kudu fela ba be ba ka kgona.

Letšatši le be le fihlile gore bahlabani go tšwa mabakeng a AR le MA ba kopane gomme ba bope dibopego tše tše maatla kudu ka ge ba be ba ka se kgone go dira seo ntle le ba bangwe. Ka lebaka la gore nako e be e fela pele ga tlhaselo ya lebaka la ARMA leo le sa emego, go be go le bohlokwa kudu gore teko e dirwe letšatšing leo ka boyona. Ka taolo ya morena, tshepedišo ye boima ya thoma. Maatla a teko yeo a dirile gore mobu ka fase ga bona o thothomele gomme meago e ba wele.

Mafelelong, ge lerole le fetile, ba babedi ba dibopego tše maatla kudu ba ile ba tšwelela: bahlabani ba ARI le IMA. Pono ya bona ka boyona e tlišitše kholofelo, sebete le kimollo mabakeng le mmušong, gomme ke ka motsotswana woo morena a be a tseba gore ba ka fenywa ntwala ye.

Bahlabani ba babedi ba ile ba ema ka ntle ga lebota la mmušo ge ba be ba lebelela lebaka la ARMA leo le sa emego le tšwelela ka palo ye kgolo le ka maatla a go fenywa. Efela bahlabani ba ARI le IMA ba be ba bonala ba sa tšhoge. Leloko la go fetogafetoga le thakgola tlhaselo ya lona ya mathomo ka bogolo bjo bo fetago seo motho yo mongwe le yo mongwe a bego a ka se nagana ka ga sona, gomme ge maatla a lona a be a hlasela mohlabani wa ARI le IMA, ba ile ba kopana le modumo wo mogolo. Ge moya o be o foketšegile, seo se bego se šetše e be e le bahlabani ba ARI le IMA ba eme ba bonala ba sa amega godimo ga polao yeo e bego e tšweletše. ARMA wa go fetogafetoga o be a tšhogile mo go sa kgodišego gomme a sa kgone go kwešiša seo se dirigilego. Ka lebaka la letšhogo, ba ile ba tšhabela morago ka pela bjalo ka ge tlhaselo ya bona ya mathomo e fedile, gomme mmušo o ile wa phološwa.

Ka lebaka la botlhale bja morena, lebaka la ARMA leo le sa emego le ile la fenywa, gomme mmušo wa phološwa. Mmušo o ile wa holega ka tlhaselo ye ka ge bjale ba be ba na le dibopego tše pedi tše maatla kudu (mohlabani wa ARI le IMA) tše di lebelago mmušo gomme di o šireletša kgahlanong le ditshenyo tša nakong ye tlogo le bahlasedi.



Teko ya Setimela sa go se Sepele

ka Katlego Tjeane

Kgwedi ye e latelago e tšweletša teko ya ngwaga wa bo 64 wa teko go tsena Setimeleng sa Go se fetofetoge – setimela sa ka fase ga meetse se se sepelago godimo ga tsela ye e emego, se se dirago gore e be tsela ye e bolokegilego kudu le ye e lego fela ya go ya Yusebalitee. Toro ya motho yo mongwe le yo mongwe ke go tlogela mafelo a maswabi a Rhodaytawn, go nyaka katlego le tlhompho ya ba lapa la gagwe. Dimilione tša ditshepedišo di thabile ka mahlatse a tšona go ba Yusebal. Baagi ba tšona go bolelwa gore ba thabela dijo tša selegae tša go swana le infèrenz le conckluxin. Go bolelwa gore Yusebalitee e godiša ditshepedišo go ba ditlhaahlo tše dikgolo, go fetogela go tshedimošo.

Teko ke tshepedišo ye e hlahlobilwego kudu, le ge Morutiši A. Smit a dumetše gore ga se ka mehla moo e ka nepagalago ka diphesente tše 100. Go sa šetšwe le mengwaga, tshepedišo ye nngwe le ye nngwe e ka leka teko ye gatee fela. Morutiši A.D. Fuller o dirile dikgato tše dikgolo malebana le pholisi ya thuto, go dumelela ditshepedišo tše di nago le dikgoba tše di fapanego go dira teko ye.

Al-Rasheeda wa mengwaga ye 20 o ikwa a tshwenyegile ka ga teko ge a loma sotla phensele ya gagwe ka mphatonng wa mathomo. O lebelela

ka phapošing ye nngwe, gomme baithuti ba MA ba bontšha khutšo ye e feteletšego ka ga bona. Ka kakaretšo ba tšewa ba lokile go namela Seporo-se-se-Emego, ba bona teko ye bjalo ka mokgwa wo bonolo fela wo o lebišitšwego go tshwao ya bona ya meloko go ya Yusebalitee.

"Nka ka rata go bona ka moo ba ka šomišago phimosome goba tše pedi," gwa realo Tona A.D. Fuller.

Al-Rasheeda a sega ka letšhogo a tšhošwa ke go hloka seo Ra yo monnyane a se nago sona. Moloko wa gagwe ka setšo o be o fetša teko ka morago ga mengwaga e mennyane, ntle le yo tee yo a ilego a šala morago. Ga a na popego ya kgopolo ye e tiilego bjalo ka yena, le gona ga a na tshepo ya go kopana le ba lapa la gagwe kua Yusebalitee.

"Sekolo sa praemari se be se sa kgahliše, naa go bjalo?" a seba.

A bolela ka kgakanego, AI, ke hloile ka moo re swanetše go dira tshekatsheko ya PACF, a sa lemoge gore lentšu la gagwe le oketšegile ka odothoriamong.

Ba kwešiša leihlo la bogale la morutiši mo go selekegeng ga gagwe ka botlalo. Diphere di nepiša šedi ya tšona morago go tlhagišo. Ba swarelela mafelelo: ... gomme gopola, ga go na selo sa phošo go ARIMA, IMA, le dikgwegkwe tša ARI. Go kaone go feta mosepelo wa sewelo.

Gare ga ditshego le manyamo, pelo ya Al-Rasheeda e a theogela. O kgetha go sepela tsela ye telele ya gae, go dikologa mothaladi wa mohlagase, gare ga mogala, gare ga matlakala ao a a lahlilwego lefelong kgole le dipula. Bjale ke ge a lemoga bodutu bja bophelo bja gagwe, boikemelo bja gagwe go tloga a le mengwaga ye lesomepedi. O nagana ka maatla a gagwe a moya, bošupi bja thato ya gagwe, go itokišetša bophelo le teko ye bohlokwa ya go Thuthafatša-Emareng. O ntšha dilo ka mokotleng wa gagwe ka tafoleng ye tee ya kgale ya logong yeo a e dirišago go anega, go šoma, le go ja. O ikwa a le tee. O kwele ka tshepedišo yeo e dirilwego karo ya Phapantšho, le mmagwe a akaretšwa. O kgetha go se nagane kudu ka ga gagwe. O be a " tshwenya kudu ka go itirela bophelo bja ka go nagana ka seo". O be a sa dumele maaka a gagwe; o ithutile ka tsela ye thata. Tatagwe o

hweeditše yo a mo emelago go leka tokelo ya gagwe go Setimela sa Go se fetofetoge, ka sehlopha sa mmara wo o sego molaong seo se ipitšago "The Graph Title". Le ge go be go na le boitshwaro bjo bobbe, diketeko tša gagwe tša go keteka ka tsela ya go bonagala "Meboya ya na go tšwa godimo Yusebalitee, gomme legodimo le tseba gore ke rata meboya", o be a ka tsebagatša moabi wa seno yo a tshwenegilego. O dirile se dibeke tše dintši pele ga teko ya gagwe ya mafelelo. Motsotsong wa gagwe wa bohlokwa, o be a lahlegetšwe ke sebopego sa gagwe. Ga a ka a tšwelela tekong ya gagwe. Ga a ka a lemoga gore go nwa ga gagwe ga ethanolo, go tshwenyane le thetasome ya gagwe, go be go gotše ka tsela yeo e sa nyakegego. Go be go se sa kgonagala go efogwa. O tlogetše mosadi wa gagwe, dinepo tša gagwe, gomme mafelelong a iteseletša le yena. Mmele wa gagwe wo o senyegilego o hweeditšwe lebopong dikgwedi ka morago. O timetše ka lewatlang le le se nago mafelelo la tshedimošo. Ke kanegelo yeo e dirišwago go laela bana go itshwara le go se šomiše gampe diokobatši. Kanegelo yeo e tumilego ya nako ya go robala ya "Mosepelo wa Setagwa" ke ka ga tatago Al-Rasheeda.

"Go nagana kudu gonabjale bošego," a myemyela, go tsoga bošego gare.

Letšatši pele ga teko ya mafelelo, Al-Rasheeda o tsepama. O feleletša teko ya gagwe ya maphelo, gomme di tlwaelegile ge ba hlahlaba mašaledi a sethitho. Go hemela godimo ga go imologa gwa latela ge a boela gae go seo se ka bago bošego bja gagwe bja mafelelo toropong ye. Khwibidu. Talalerata. Talamorogo. Khwibidu. Khwibidu. Senamune. Meletlo e thoma ge a kwa modumo wa go thunya le go bona mebala ya dikhrikhethe. Ke 04:20 fela, eupša atmosfere e tletše ka lethabo. Basadi ba selegae ba senya fase ka direthe tša bona tša kota, ba opelela godimo gomme diroko tša bona di phaphamala. Banna ba betha meropa ya bona, ba gatela konkreite yeo e thunywago ka diputsu tša bona tše ntsho, gomme ba boeletša ka morago ga basadi bjalo ka moriti wo mogolo. Bana ba phetha mmimo wa sriracha, ba goeletša bakgathatema ba ngwaga wo. Ka pela, Al o kopana le batho ba selegae gomme a sepela a ya kgorong ya SAS.

O kgona go nkgelela moya wo o fodilego wo o fokago go tšwa Mawatle a Annaly. Kgato, kgato, ema. Dikarolo tša ARIMA, IMA le ARI ke tša

mathomo ka ge teko ya tšona ya mafelelo e fapana. Ditshepedišo tše mmalwa tšeo di bušeditšwego morago go tšwa kgorong di bonagala di šikinyegile. Kgato, kgato, emela. Sehlopha sa MA se sega ge se bitšwa ka gape. Ba boloka katlego ya phesente ya tekanyetšo le sefala sa boto. O sepela godimo le sehlopha sa ARMA. Kgato, kgato, emela. O kgona go bona setimela sa belbete. O batamela go tlogela legae la gagwe. Kgato, kgato, kgato, kgato. Mothaladi o sepela ka lebelo leo le tšhošago.

"Aowa, leka gape! Ke be ke sa ikemišetša! Ke be ke sa ruthela. Ke be ke nagana gore go tla ba le nako ya go thoma!" a goeletša Al-Roberto III.

O sepetšwa; le ge go le bjalo, o kwešiša gore ke ditoro tša gagwe tšeo di nyamelago. O lemoga gore ga se ka ga kgonagalo, eupša ka nako ye e lebeletšwego, gore lefase la gagwe le ka fetoga; ke mokgwa wa dinako fela. Dipelo tša gagwe di gatišwa ka pela, gomme o kgobokanya sebete sa go lebelela.

Ponagalo ya molaodi ya kgakanego ka pela ya tšweletša sethito makokotleng wa gagwe. O lemoga phapano ye e bonagalago ye e lego gona thulaganyong ya dinako tša gagwe malebana le tša ba bangwe.

O itšea tokologo ya go bala leina la gagwe mo thekeng ya leina la gago, a thothomela, a paka mokotla wa gagwe, gomme a re, "Mna u19264560, ke leboga sebaka sag ago le ge e le bjalo".

Ga a arabe gomme a hlahloba teko ka moka. "Mma, dipelo di tiile. Ke na le bohlatse bjo bo lekanego bja go go botša gore ga o na medu ya yuniti." O tšwela pele a re, "Ee, o na le seemong sa go se fetogefetoge. O Yusebal".

Seledu sa gagwe se wele! A tshela go tshela go tšwa setimeleng, a šetše a akanya ka bophelo bja gagwe bjo bofsa.

"Yo ke teko. Re tla fihla lefelong la rena ka matšatši a n."

Se se ile sa šoma! O ile a itshepha. Ga a ka a dumelela gore nako ye e fetilego e laole bophelo bja gagwe ka botlalo. O šomišitše diphimosoumo tša gagwe. O be a tseba gore o be a lebeletšwe kae gomme ga a ka a ithekga go bao a tlogo ka morago ga bona. O be a

beile tsela ya gagwe, a ka se phampge go yona, a dula a eswara. Ga a ke a tseba gore phimosoume ya gagwe e be e le 0.94 yeo e sa nyakwego. Gape ga a tseba gore R ya gagwe e be e ra eng bophelong bja gagwe ka moka. O be a sa tsebe gore ke yena tshepedišo yeo e nago le boikgafo bjo bogolo kudu.

Mo nakong ye, ga a tsebe gore o tla phethagatša toro ya gagwe ya go ba mosekaseki. O be a dula a laola kanegelo ya gagwe.





Mafahla ka Seattle

ka Ziyanda Khumalo

Mosong o mongwe kua Bookelong bja Grey bja Seattle, mosetsana wa mengwaga ye lesome, ARMA(p,q) o tlišitšwe bookelong go tšhelwa madi ka morago ga go itshega ka phošo. Mosetsana o dutše a dula mebileng nako ye telele. O be a sa gopole batswadi ba gagwe goba motho yo mongwe wa lapa la gagwe. Batho ba mo mmileng e be e le lapa la gagwe. Ngaka ya gagwe, Ngaka Model, yo a nyetšwego ke rasaaense wa bohlae, Mna Forecast, o dirile diteko tša madi, a bona mohuta wa madi a gagwe, gomme amo tšhela madi.

Metsotso ye e sego kae ka morago, ARMA(p,q), ARMA ka boripana, o bile le phišo ye mpe kudu. Ngaka e hweditše gore e be e le karabelo ya go amogela mohuta wa madi ao a fošagetšego. Se se be se makatša, gomme ba dira teko ye nngwe ya madi. Mohuta wa madi a gagwe o be o fapana le teko ya mathomo.

Ngaka Model o tšere sephetho sa go dira diteko tše dingwe go ARMA go hwetša gore go direga eng ka mmele wa gagwe. Ba hweditše gore ARMA o be a na le sebopego sa ditšini tša go se tlwaelege tšeo di mo dumelelago go tšweletša disele go tšwa go monna le mosadi, AR(p) le dikhromosoune tša mosadi tša MA(q). E be e le tiragalo ya go se tlwaelege mo historing ya kalafo.

Mesong ye e latelago, ARMA e be e le letlakaleng le lengwe le lengwe la pele la mo Seattle. Ka ge e be e le ngwana wa go hloka legae, batho ba bantši ba ba nyakago mo hlokmela gore ba dire tšhelete ka yena. Ngaka Model o ile a hlokomela ARMA semmušo go mo šireletša go baradia. ARMA o be a thabile kudu ka ge a be a hweditše legae moo a ilego a hwetša dilo ka moka.

Mna. Forecast o be a na le laporotori ya gagwe ka gae, ka moo o be a dula gae ka mehla. Se se ra gore o be a fetša nako ye ntši le ARMA ge mosadi wa gagwe a be a šoma. ARMA e be e le ngwana yo a nyakago go tseba, ka moo o be a eya ka laporotoring a botšiša Mna. Forecast dipotšišo tše ntši.

Ka letšatši le lengwe, Mna. Forecast o ile a ba le kgopolo. O be a nyaka go hlola mafahla go tšwa go ARMA a šomiša leabela la gagwe la tatelano. O ile a leka matsatši a mantši go lebala kgopolo ye ka ge a be a rata ARMA bjalo ka ge eke ke ngwana wa gagwe, eupša ka letšatši le lengwe, o ile a tšea sephetho sa go phethagatša kgopolo ye. O be a dira diteko go ARMA ntle le tsebo ya mosadi wa gagwe. O šomišitše inkhubetha go hlola masea a mafahla. Letšatši le lengwe le le lengwe go be go hlolwa mafahla a maswa go tšwa go disele: AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), le tše dingwe. Ge masea a be a gola, o ile a lemoga gore mosadi wa gagwe o tla tseba ka se ge a swanela go tšwa ka gare ga inkhubetha, ka moo o ile a hwetša bookelo ka diiri tše tharo go tšwa gae ga gagwe. Bookelong bjo, ba be ba tla fa masea a batho bao ba se nago le bana.

Mengwaga ye 15 ka morago, Seattle o be a se a bolokgega le gatee; go be go na le mmolai wa batho ba bantši yo a bego a tshwenya toropokgolo. Lefase le be le bone gore go na le mafahla mo Seattle, gomme e be e le setlwaedi go bona batho ba babedi ba go swana.

Mmolai wa batho ba bantši le yena e be e le lefahla eupša o be a fapana le ba bangwe. o be a lwala nako ye telele, ka gona a tšea sephetho sa go katološa tsebo ya gagwe ya saense. O be a na le bolwetši bjo bo ka mmplayago: go fetogafetoga. O tla hwetša mafahla gomme a nyakišiša maabela a wona go utolla ge e le gore le wona a lwala bjalo ka yena le ge a ka šomiša DNA ya wona go mo alafa. O hweditše mokgwa wa go farologantšha mafahla ka go šomiša tshepedišo ya go latelana ga DNA ye e bitšwago Proc Arima. Mafahla a AR a na le dikhromosoune tše di bitšwago diothokhoroleišene tše di bego di na le bokgoni bja nako ye telele, gomme dikhromosoune tša Y tša mafahla a MA di be di fetoga lefeela ka morago ga ge disele tše itšego di be di sepedišitšwe, e lego seo dinomoro tše di lego kgauswi le maina ka moka di bego di emela sona. Go be go tsebja gore mmolai wa batho ba bantši o be a itshwara

bjalo ka setagwa ge a labile selebnaywa sa gagwe; ka lebaka leo batho ba mmitša Mosepelo wa Sewelo e be e le wa go fapana ka gobane dikhromosoune tša gagwe di be di lekana ka moka, e šupago bolwetši bjo bja go fetogafetoga. O be a ekwa gore ka ge a ka hwa, ga go na le mafahla ao a swanetšego go phela. O be a hwetša mafahla gomme a a bolaya ka boyena.

Ka nako yeo, ARMA o be a gotše e le lephodisa. O be a nyakišiša molato wa mmolai wa batho ka bantši gomme o be a phegeletše go utolla gore ke mang yo a bolailego bobuti le bosesi ba gagwe. Mengwaga ye mehlano pele ga moo, ge a lemoga seo tatagwe a se dirilego ka mafahla, o be a galefile gomme a tšea sephetho sa go botša Ngaka Model. Mna Forecast a tšea sephetho sa gore o swanetše g tloga ka gore a kwele bohloo ka go gobatša lapa la gagwe. Ga go na yo a bego a tseba gore o ile kae. ARMA o be a nagana gore e ka ba mmolai wa batho ka bontši a leka go lokiša diphošo tša gagwe gore a boelane le lapa la gagwe. Mafelelong a atlega nyakišišong ya gagwe gomme a hwetša Mosepelo wa Sewelo. Le ge go le bjalo, o be a nyaka mokgwa wo mobotse wa go bolela le yena gore a se bolawe mo tshepedišong. Ka gona, a tšea sephetho sa go nyaka Mna Forecast go naganišiša ka mokgwa wa go thuša Mosepelo wa Sewelo.

Go morago a maiteko a mantši a go se atlege, o mo hweditše lefelong la thokwana kudu, a khuta, kgole le batho ka moka. Tharollo ya Mna Forecast e be e le go phethagatša tshepedišo yeo e bitšwago phapantšho go leabela la Mosepelo wa Sewelo go mo fodišago bolwetšing bja go fetogafetoga.

ARMA o hweditše tshedimošo ya kgokagano ya Mosepelo wa Sewelo Random Walk gomme a mo mmotša gore ke yena wa mathomo yo mafahla a mo tšweleditšego. O lekile go mo huetša ka maemo a gore o tla tlogela go bolaya. Mosepelo wa Sewelo o dumetše, gomme tshepedišo ya phethagatšwa ka katlego. Mosepelo wa Sewelo bjale o be a phetše gabotse ebile a sa fetogegofetoge, gomme Seattle e be e bolokegilé gape. O fetotše boitsebišo bja gagwe go ba Lešata la Lešweu gomme a tšhaba ka nageng ka ge a be a tseba gore o tla swarwa ka lebaka la dipolao tšeo a di.



Molato wa Polao ya Johanistan

ka Lute Munzhedzi

Letšatši e be e le la 20 Hlakola 2020. Monyakišiši wa dipolao Johan Ferreira le Nna, Monyakišiši Lutendo Munzhedzi, re be re sa tšwa go fihlelela kgatelopele ka polao ya Johanistan ya Mohumagatšana Mohlwaela wa Nako. Mathomong, babelaelwa ba bararo ba be ba tlišitšwe go botsišwa dipotšišo, yo mongwe le yo mongwe a bolela gore ba be ba eme moo ba bego ba le gona gomme ba na le segalo sa lešata le lesweu. Ka lebaka la teko ya go utolla maaka e be e sa kgonthiše mo melatong ka moka ye meraro, molato wo o be o tsebja bjalo ka molato wa go se be le tšwelopele ka ge go se na bohlatse bjo bongwe bjo bo bego bo ka paka gore mmelaelwa ofe goba ofe ke mmolai.

Monyakišiši Johan le nna, le ge go le bjalo, re hweditše mekgwa ye meswa ya go rarolla bosenyi.

Babelalelwa ba bararo e be e le AR Davis, wa bobedi (khouto ya ID: $*z_t = 1.99z_{t-2} - 0.98z_{t-2} + a_t^*$), M.A. Rose, wa pele (khouto ya ID: $*z_t = a_t - 0.01a_{t-1}$), le Mohumagatšana ARMA II (ID code: $z_t = 0.8z_{t-1} + a_t - 0.01a_{t-1}$) yo mongwe le yo mongwe a bitšwa AR(2), MA(1) le ARMA(1,1) ka go latelana, bao ba bego ba na le sebopego sa maemo sa Gaussian.

Go tšwa dipegong tša dipaki, re kgonne go fokotša diponagalo tše di itšego tša mmolai. Sa mathomo, dinyakišišo tša peleng di phethagetše gore molaodi a be a se na lebaka le le bonagalago gomme gore se e be bosenyi bja maikemišetšo a go gobatša. Basenyi ba bjalo ba laetšwa bjalo ka basenyi ba lefelea.

Sa bobedi, dihlatse tše di kwelego mmolai, ba hlaloša gore mmolai o

be a se na lešata le lešweu (seo se tlwaelegilego tikologong ye). Gomme sa boraro, ba be ba tsebega ba fetogfetoga (ba be ba ba fetogfetoga).

Babelaelwa ka moka ba be ba bonagatšwa gore ga ba na lebaka le le bonagalago ka ge go be go na le dikamano tše mmalwa goba tše di se nago kamano gare ga bona le yo a boletšwego, eupša diteko tše dingwe di be di swanetše go dirwa. Babelaelwa ka moka ba boraro ba be ba bolela gore ba kgotsofetše le gore ba na le mokgwa wa go bolela gore ga ba fetogefetoge le gore ba na le lešata le lešweu (seo se ka bago se gakagantšhitšwe gabonolo), eupša Monyakišiši Ferreira le nna re be re na le tshepo ya gore molaodi o be a le gare ga sehlopha; ka moo re tšere sephetho sa go tšwela pele ka diteko. Temogo ya rena e be e le e nepagetše; go be go na le molaodi gare ga rena. Eupša molaodi e be e le yo ke bego ke mmelaela kudu, le ge Monyakišiši Ferreira a be a akanya.

MA(1), nakong ya mathomo, o be a bonagala a na le diponagalo tša diphetogo tše di sa letelwago tše di ka bago seka sa botho bja go se bolelwe pele. Eupša re be re ka se thee kgahlego ya rena godimo ga ponagalo yeo, ka fao re mo tšere gore re mo leke. Teko ya mathomo e thomile. Re tšere Mohumagadi MA Rose, wa mathomo, gomme ra thoma diteko. Go tšwa go tshedimošo, re ka phetha ka gore MA Rose, sa mathomo, o be a na le segalo sa lešata le lešweu gomme o be a sa fetogefetoge; ka gona, go dikgonono ka moka tšeo di dikologilego MA Rose, ya mathomo, di phošollotšwe, gomme ra ya go mmelaelwa wa go latela.

Mohumagatšana ARMA II e be e se yo moswa lefelo la maphodisa.

O ile a swarwa ka lebaka la bohodu bja boitsebišo ga bebedi pele ga fao.

O be a na le mathata a semelo, efela e be e le modiragatši yo kaone ka theetha pele a se sa tsebega. Ge a be a tsena, o be a myemyela bjalo ka ge a be a tseba gore a ka bonwe molato, eupša o be o ka se tshepe motho yo a nago le seemo sa gagwe sa go se botege. Teko ya mathomo ya thoma, gomme dipalopalo tša gagwe tša lentšu di bontšhitše gore Mohumagatšana ARMA ka nnete ga a na segalo sa lešata le lešweu ka tlhago. Ke ile ka myemyela gore nako ye nngwe go bonagala go le

bonolo kudu. Nkabe ke mo tswaleletše mo kgolegelong metsotswana ye. Go be go se na mokgwa wo a ka se fetogefetogego. O be a fetoga ka mehla ka nako, eupša Monyakišiši Ferreira a phegelela go ya pele. Dipoele tša teko ya bobedi di tlile, gomme ke ile ka makatšwa ke gore ka nnete o be a sa fetogefetoge. Go makatšwa ga ka ke dipoele go be go se go gogolo bjalo ka sephetho. Go be go šetše mmelaelwa, eupša ke a ikana gore e ka se be Morena AR Davis, wa bobedi; e be e le lesogana la go tsebega kudu mo setšhabeng."

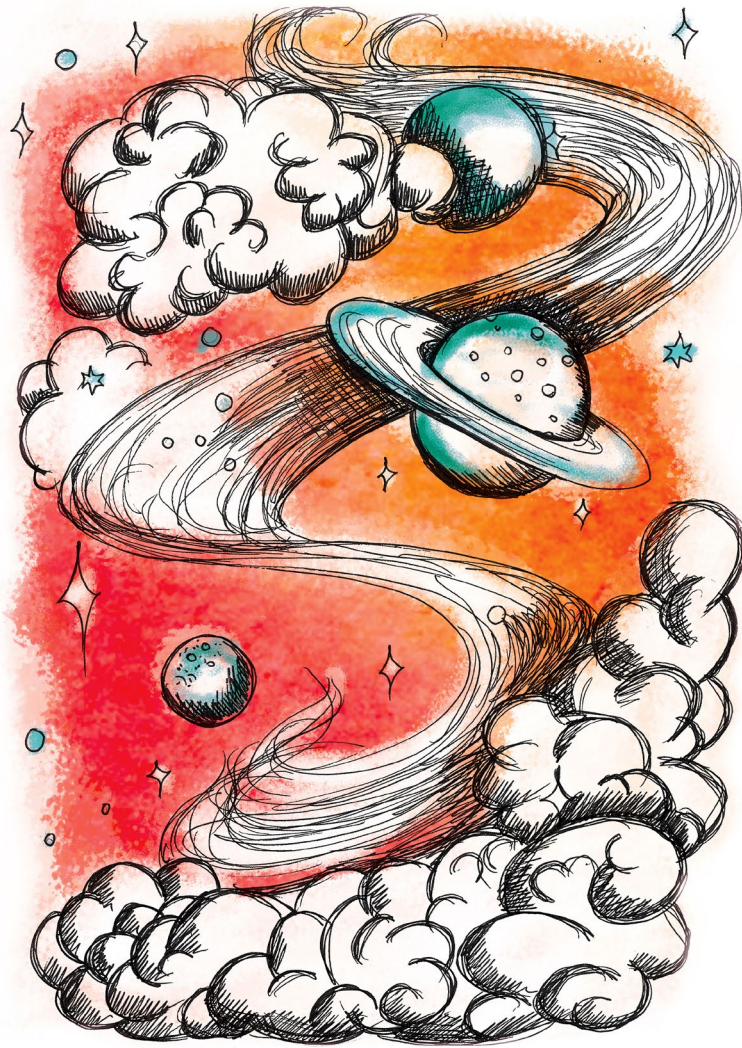
Teko ya boraro e thomile. Re tsene le Morena AR Davis, wa bobedi, go dirwa teko. Mathomong ka go lebega, o be a bonagala a na le leano le le lemogilwego, eupša dipoele tša teko ya mathomo di fihlile, gomme di gateletšwe ka pene ye khwibidu ye e koto, ke bone lentšu le le rego "O PALETŠWE". Ga a na le lentšu e lešweu ka tlhago. Ke ile ka fetša tokumente go utolla enke ye khwibidu khutlong ya go swana ya letlakala le le latelago: "O PALETŠWE". Ge ke lebeletše Morena AR Davis, wa bobedi, ke ile ka bona letlalo la gagwe le fetoga le lesehla. O be o ka re be re tseba seo se swanetšego go direga.

Mohlankedi o tsene gomme a thoma go mmalela ditokelo tša gagwe, "Morena AR Davis, o swerwe ka polao ya Mohumagatšana Mohlwaela wa Nako", gomme ba mo laetša tsela ya go tšwa.

Ke be ke makatše kudu. O be a tsebja kudu setšhabeng ka go ba le ponagalo ye botse go go se fetogefetoge, gomme a na le segalo sa lešata le lešweu ka toropong. Ke be ke nagana gore o be a ka lokollwa bonolo, eupša go be go hlakile go nna letšatšing leo gore ga re ke re dira dikakanyetšo ntle le go tseba dilo ka nnete.

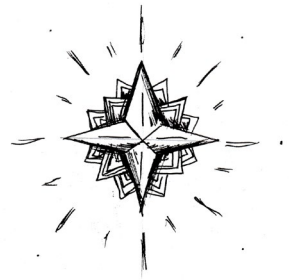
Ga go nyakege go bolelwa gore, kgatelopele ye go nyakišišo ye e makatšago e be e le kimollo go setšhaba. Ka mengwaga ye mehlano go bile le go se kgotsofale ka tsebo ya gore mmolai o sa dutše a phegelela, eupša ka baka la go nagana gabotse le bokgoni bja maemo a godimo bja Monyakišiši Ferreira le Monyakišiši Munzhedzi, mmolai yo mongwe gape o boliale gannyane lerole!





Kanegelo ya Aria le ARIMAS ya gagwe

ka Ziyaad Lundell



Kanegelo e thoma ka kalaksi ye e tletšego ka lerato, sekgoba se se dulago se katologa, lesedi le dula le fihla kgole kudu. Aria, mmuši wa lefase la gagwe, a thoma go kgoboketša dikarolwana tša leroato. O ile a bitša se "go dira tšhupane". Dihlopha tše dingwe di be di na le lerato go dinaledi tša ngwanabo le tše dingwe go tšwa go dinaledi tše di lego kgole ka mengwaga ya lesedi. Aria o be a rata go bona phapano mo dikarolwaneng tša gagwe tše di kgobokeditšwego, gomme a botšiša gore ke ka lebaka la eng le bjang karolwana ye nngwe le ye nngwe ya lerole la dinaledi e fihlile mo pušong bja gagwe, ka gona o ile a e bitša tšhupane ($y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$). O thomile go ithuta ka dihlopha, go hlaloba gore lefelo la karolwana ye nngwe le ye nngwe la lerato le ka huetša le nngwe bjang, le go hwetša gore ke eng gape mo pušong ya gagwe ye e ka huetšago nako le lefelo la karolwana ye nngwe le ye nngwe.

Maru a gagwe a be a na le boima bjo bo sa fetogego le dikarolwana tša bokgole bjo bo lekanago ka dikatološo tša latelano tša go se fetoge. Maru a dinaledi ao a bego a na le dikarolwana tša boima bjo bo fapanego gomme di beilwe boteleleng bja go fapana go tšwa go tšona moo go fetogafetogago.

O ile a bitša bokgole bja go fapafapana mo tšhupaneng ya gagwe "phapano"; ge a be a bapetša dihlopha tše pedi tše di fapanego, a be a e bitša "phapano ya kopano".

O hweditše gore dihlopha tša gagwe di be di na le palomoka yeo e bego e ka e lebelela gomme a e bitša "boleng bjo bo lebeletšwego". O šomišitše diphapano tša dihlopha tše di fapanego go laola maatla le tshedimošo ya kamano ya dihlopha tseo. O ile a se bitša "kamano"!

Ge a be a lekola kamano ye, o lemogile poelo ye botse kudu. Ge sehlopha sa lerato se bapetšwa le sehlopha se se swanago sa lerato go tšwa katološong ye e fetilego, go be go ka ba le mekgwa ya lerato ye e ka akanyago dikatološo tša bokamoso tša maru a dinaledi. Eupša ka nako ye nngwe, leru la dinaledi le be le ka katološa ka tshedimošo ye e fapanego, gomme o be a ka se hwetše mekgwa wo o ka bolelwago pele.

O ile a bitša mekgwa wo "kamano ya go itiragalela", ka gobane mekgwa ya lerato ya peleng e be e tla huetša kudu katološo ya wona. O lemogile gore maatla a ka ntle ga suphanova e ka huetša katološo ya lerato. O ile a bitša "kgogedi",² gomme e be etšwa gomme e bile gona go tšwa go ebe ya gagwe gomme ya elela poratšheng ya a gagwe ya go penta mo lešeleng leo a ihlametšego lona. E gogetše lerato la gagwe ditaetšong tšeo a ka se di akanyego.

O rata go bona ka moo lerato la gagwe le maru di ka elelago gomme tša dirwa go tšwa go katološo e tee go ya go ye nngwe. A nagana ka tšona bjalo ka katološo ya gagwe, tsela ya go lebelela lerato la gagwe. O ile theeletša maru a gagwe ka yena gomme a bitša se dikarolwana tša tšhupane tša di ARIMA.

II4

O ile a kwešiša gore go bona lerato la gagwe le go bona bokamoso bja lona, o be a swanetše go kgona go bala dibareinte le boleng bjo bo letetšwego bja tšona, gore karolo ya suphanova ya gagwe e swanetše go go se fetogefetoge. O hweditše gore ge tšhupabe ya gagwe ya dikarolwana tša nako le lefelo e be e na le mini le bariente yeo e fetogago ka nako, o ka kgona go goga, go rulaganya le go fetola karolo go hwetša go se fetogefetoge ga yona.

Ka go lemoga maatla a go tšhupane a disuphanova le go hwetša dipaterone tša di ARIMA, o ile a nyaka go beakanya kgolo ya karolo ka moka ya nebula yeo e bego e na le dipharogo tša disuphanova tšeo di dirilwego ditšhupane. O ithutile dikarolwana tša gagwe tša nako le lefelo gomme a diriša mosepelo wa Brownian go ditiragalo tša sewelo tšeo a di bonego go karoganyo ya ditšhupana tše di itšego.

Ka morago ga go laola phatlalatšo ya dikarolwana tša suphanova, o di file mengwaga gammogo le maina a tšona. Ge karolo e be e na le khoroleišene ya go itiriša thwii ka ge katološo ya p pele, di bitšwa AR(k) O ile.

¹ Ka fao a bego a le bohlale gakaakaa, ke Modimo Fela yo a tsebago

² lešata le lešweu tsamaea karolelano dipehelo

Ge sehlopha se be se nyaka go tsena gare ga Aria gore se fihlelele maemo a go se fetoge, o be a se apeša ka I(d) moo d e bontšhago tekanyo ya thulaganyo yeo a bego a swanetše go e dirišetša lerole la dinaledi. Ge lerole la gagwe la dinaledi le be le gogwa ke maatla a khupetšo ge le katologa ka nako le lefase, o be a ela hlokoo go gogwa mo go ikemetšego ga maatla a khupetšo ka go tlatša MA(q) ka dikatološo tša nako yeo e fetilego, yeo palomoka ya dikatološo tša q tša nako ye e fetilego e sa ntšeng e ama dihlopha tša lehono.

O šomišitše mekgwa ya go akanya diparameta ka moka ka go fokotša sebaka magareng ga maru a lerole la dinaledi a lefelo la nako le histori ya lona ye e lemogilwego, go godiša kgonagalo ya go bolelela pele maemo a dikarolwana tša lerole godimo ga histori ya tšona ye e lemogilwego goba go fokotša phošo ya palomoka ya seswantšho ya go bolelela pele go ya ka maemo a diphapano tša tšona tša peleng.

O šomišitše mekgwa ye go hlokomela ye nngwe le ye nngwe ya dikatološo tša gagwe tša boyena le go lebelela lefase ka bophara pele ga gagwe. ARIMA ye nngwe le ye nngwe e be e ka balwa bjalo ka katološo ya tšhišinyo ye e se ya felelago ya lefase ka bophara. O be a kgona go hlaola lerole la naledi ya suphanova le go šomiša dipalopalo tša lona go akanya diponagalo tša ditekanyetšo tša tshepedišo ya nebula yeo e hlotšego disuphanova.

II5

Morago ga ge a be a lekile go hlaola botho bja nako ya lefelo bja di-ARIMA tša gagwe, o ile a lekola nepo ya ditekanyetšo tša gagwe go bona ge e ba thuto ya gagwe ya dikarolwana tša tshepedišo ya nebula e ile ya swara ka nepagalo tšhišinyo ya nebula. O ile a lekola se ka go bona ka nepagalo ye kaakang a be a ka bolelela pele tšhišinyo ya dikarolwana ka go ela hloko metheo le go ba le bokgoni bja go fetofetošwa ke tšhupamabelo. Ge e ba Aria a be a ka bona gore go hlaolwa ga bokgabo bja gagwe bja lerole la naledi ya suphanova go be go nepagetše, gore o ile a laola ka nepagalo kamano ya yona ya go itiriša magareng ga p dikarolo tša thwii nakong ya go feta, nyakego ya yona ye e ka bago gona ya go aroganywa, le khuetšo ya palogare ya dikarolwana tša karogano ya q naong ye e fetilego.

"Aria o šomišitše mekgwa ye go thoma nepišo ye kgolo yeo a bego a e beilwe ge a thoma go lebelela ditshepedišo tša nebula di holega ntle le mafelelo ge seetša sa tšona se ela mafelelong a lefase gomme ka morago, gape le kgole."



Go fediša go Fetogafetoga mo TSA

ka Stephanus Geyser

ARMA(20,21) o be a eme godimo ga thaba, a lebelela naga ye kgolo ya TSA. Ka pele ga gagwe e be e le Mošate wa AR woo o bego o na meago ye megolo. Ka morago ga gagwe, ka lehlakoreng le lengwe la thaba, go be go le Mošate wa MA wa go kgahliša. Go be go na le maboto a magolo go dikologa mešate ye mebedi. O be o ka tsena fela ka gare ga MA Capitol ge o ka fetša scanner ya ACF; e be e dumelela fela baagi ba MA ba basweresegile go feta. Go be go le bjalo le ka Mošate wa AR. O be o ka tsena fela ge o tšweletše go sekana sa PACF. Sekana sa PACF e be e dumelela fela baagi ba AR.

Magareng ga Mešate, go dikologa thaba, ARMA(20,21) o be a kgona go bona TSA ka moka ga yona. Le e be e le lefelo leo batho ba ARMA ba tlwaelegilego ba phelago go lona, go swana le yena. E be e le balemi, baepi, baagi, le tše dingwe ka moka magareng. Ba be ba se na maswanedi a go tsena go ye nngwe ya mešate. Batho ba ba ARMA ba tlwaelegilego ba be ba swanetše go šoma ka thata go netefatša gore mešate ye mebedi e ka phela ka boithabišo.

Ka thoko ga ARMA(20,21) e be e le legae la mohlakone wa khutšo. Leina la gagwe e be e le Lešata le Lešweu. Morero wa gagwe e be e le go netefatša tekatekano ka gare ga naga ye ya TSA. Kgwele ye nngwe le ye nngwe o be a kopana le AR(1) le MA(1), bapresidente ba babedi ba mešate. Ba be ba bolela ka tše dibotse le tše dimpe tše di diregago ka gare ga TSA, eupša baagi ba AR ba be ba sa kgone go lebala nako ye e fetilego. Ba be ba galefile ka ga dintwa tša nakong ye e fetilego, seo se ra gore ba be ba sa kgone go fihlelela tumelano yeo e ka kopanyago baagi ka moka ba TSA.

ARMA(20,21) o ile a sepela a theoga thabeng a myemyeka sefahlegong sa gagwe ka morago ga go lebelela letšatši le lebotse ge le sobela.

Mesong ya go latela ge ARMA(20,21) a tsoga, a itokišetša go ya mošomong, o be ekwa gore se se sengwe se ga se gabotse. O ile a lebelela ka fastereng gomme a bona batho ba bantši ba išwa bookelong ka lebelo. Dikgopolo tša gagwe di ile tša ya ka pela go ARMA(21,20). Na o be a le gabotse? O be a mo rata kudu. Ba be ba swanela gabotse."

118

ARMA(20,21) o ile a kitima ka lebelo go ya ntlong ya moratiwa wa gagwe, fela a e hwetša e se na motho. Pelo ya gagwe e ile ya ya fase. A feletšwe ke maatla, o ile a ya bookelong bja kgauswi go ya go mo nyaka. O ile a mmona ka phapošing ye kgolo ye e tletšego batho ba ba lwalago. Go be go se na dingaka tše di lekanego go thuša balwetši ka moka. Go be go na le mehuta ye e fapafapanego ya batho ba ARMA ba mekgwa ye e fapafapanego ya di-p le di-q. ARMA(20,21) o ile a bona ngaka ye e kitimago gomme a e swara ka letsogo. Ngaka yeo e be e sa kgone go mo fa tshedimošo ye e thušago gare go na le go mmotša gore leuba le legolo le be le bitšwa Go fetogafetoga-19. Se se ile sa ama phi-khromosoumo, yeo e bakago bolwetši.

Baagi ba Mošate wa AR ba ile ba fetetšwa, le ka gare ga maboto a bona a magolo. Selo se tee se ile sa lemogega go ARMA(20,21) ge a be a nyaka go kwešiša gabotse ka ga lebaka la Go fetogafetoga -19. Ga go na le motho yo tee motseng wa Mošate wa MA yo a feteditšwego. Ba swanetše go ba ba hlabetšwe. ARMA(20,21) o ile a ipiletša go hwetša kalafo ya go phološa moratiwa wa gagwe ARMA(21,20).



Lefelo la mathomo leo ARMA(20,21) a bego a tla nyaka go lona e be e le Mošate wa MA. Ge a fihla gona, dilo ka moka di be di bonala di homotše ka tsela ye e tšhošago. Go be go se na bašomi, gomme dikgoro ka moka di be di tswaletšwe. Go be go bonala e kare ba be ba notleletšwe. O ile a tšea sephetho sa go nyakišiša. Ka go sepela go dikologa dikgoro, o ile a bona lleri e eya godimo ga lebotso. Motho yo mongwe o swanetše go be a tsene ka go thuba."

Kgetho e tee fela e be e le go namela lera go feta lebotso. Ge ARMA(20,21) a fihla godimo a lebelela ka ntle, o bone baagi ka moka ba MA ba kgobokane ka setu. Ka pele ga bona go be go eme motho yo a bonagalago a tsebega a beile sethunya hlogong ya MA(1). ARMA(20,21) o be a sa kgone go tseba gore ke ka lebaka la eng motho yo a bonagala a tsebega ka tsela ye. Mopresidente o be a ke kotsing!

119

Motho yo a ihlamilego o ile a goeletša, a re, "Ga se be le yo a šikinyegago, go sego bjalo ke tla thunya!"

ARMA(20,21) o ile a phetha gore o nyaka thušo ye nngwe, gomme a namela morago ka lleri. Ka morago ga letšatši le le telele la go sepela, ARMA(20,21) o fihlile godimo ga thaba ge go fifetše. Lešata le Lešweu o mo amogetše ka lethabo ka gae ga gagwe, a šetše a bone ARMA(20,21) ka ntle ga legae la gagwe makga a mantši, a lebelela letšatši le sobela. Ka morago ga go boledišana ka seemo sa Mošate wa MA, bobedi bja bona ba phetha gore ba hwetše thušo go tšwa go Mošate wa AR. Lešata la Lešweu o be a na le helikoptara yeo a ka e dirišago. Ba sepetše ka pela go kopana le AR(1). Le ge AR(1) a be a sa rate go thuša Mošate wa MA, o ile a dumela. Ba kgobokaditše baletadikgoro ba bangwe gomme ba lebelela thwii ka lehlakoreng le lengwe la thaba.

Leano e be e le go hlasela ge letšatši le hlaba. Sehlopha sa phološo se tsene ka maano ka morago ga Mošate wa MA go beela molaba lenaba. ARMA(20,21), AR(1) le Lešata le Lešweu a batamela lenaba, le sa swere MA(1) e bothopša. Ge ba fetša go ema pela ga lenaba, Lešata le Lešweu o ile a mo lemoga. E be e le morwarragwe wa gagwe wa lefahla, Lešata le Leswa. O be a phologile ka kgolegong mo thabeng.

Lešata le Lešweu a re, "Se fedile, mokgalabje. Re go dikologile". Mosepelo wa Sewele ga a ka a ba le kgetho ye eupša go ineela. Kgolego ya MA e be e bolokegile.

MA(1) a ile a botša ARMA(20,21) gore ke Mosepelo wa Sewelo yo a ilego a tšhela meetse a go nwa mpholo le Go se fetofefetoge-19. O be a sa nyake gore batho ba MA ba ye goo thuša ba bangwe. Boramahlale ba MA ba be ba na le moento wa go šireletša, wo ba šetšego ba o file badudi ka moka ba MA ge ba belegwa. MA(1) o ile a kgonthišetša ARMA(20,21) gore ARMA(21,20) o tla fola.

Ba ile ba hwetša moento wa go šireletša TSA ka moka ka pela ka moo go kgonegegago. Batho ka moka ba ile ba boela bophelong bjo bo feletšego ka matšatši a mmalwa. ARMA(20,21) o be a thabile kudu gore yo a mo ratago a fodile. O be a phethagaditve tshepišo ya gagwe.

ARMA(20,21) le ARMA(21,20) ba ile ba phela ka lethabo go ya go ile. Kopanong ya kgwedi ye e latelago, Lešata le Lešweu, AR(1), le MA(1) ba ile ba tšea sephetho sa go kaonafatša dinotlelo tša kgolego le go oketša dinomoro tša baletadikgoro. Se bohlokwa kudu, AR(1) le MA(1) ba ile ba letefatša phihlelelo motšemošate.

Go keteka phapano ya bona. TSA ka moka e ile ya ba le letšatši la boikhutšo gomme ya swara meletlo e megolo. Gohle mebileng, o be o ka kwa batho ba AR, MA, le ARMA ba opela mmogo ka go boeletša, "Belegwe mo TSA". go be go le gabotse. Tšohle di be di le gabotse. Ba be ba šireletšegile go Go fetogafetoga gonabjale...



Fin



ISBN 9780796128331



9 780796 128331