

Хэрэглээний математик

ИРГЭДИЙН ШИЛЖИЛТ ХӨДӨЛГӨӨН, СОНГОГЧ-ДЫН ТООНЫ ШИНЖИЛГЭЭ

Б.Барсболд*

МУИС, ХШУИС, Хэрэглээний математикийн тэнхим

Received on 2021.04.15; Revised on 2021.06.23; Accepted on 2021.07.01

*Холбоо баригч зохиогч: barsbold@seas.num.edu.mn

Хураангуй

Энэ судалгааны хүрээнд сүүлийн 20 шахам жилийн аймаг хот, нийслэлийн хүн амын тооны статистик мэдээлэлд тулгуурлан шилжилт хөдөлгөөний матрицыг тооцоолж гаргаж авсан. Мөн оноос он дамжих зуурт насны бүлэг хоорондын шилжилтийг тооцох насжилтын магадлалын хүснэгтийг үнэлж тогтоосон. Эдгээр үр дүнд тулгуурлан 2019-2025 оны хүн амын тоог насны ангилал, засаг захиргааны харьяалаас хамааруулж тооцоолсон прогноз гаргав. 2020, 2021 он нь УИХ, ерөнхийлөгчийн сонгуулийн жил тул дээрх 2 тооцооллын үр дүнг нэгтгэж, аймаг, хотын хэмжээнд сонгогчдын тоог насны ангилалтайгаар тооцсон. Боловсруулсан аргачлалд тулгуурлаад сум, хороо дүүрэг, сонгуулийн тойрог зэрэг жижгэрүүлсэн болон бүс нутаг гэх мэт томсгосон аль ч ангиллаар хүн амын насны ангилалтай тоон үзүүлэлтийг тооцоолж, тодорхойлох бүрэн боломжтой. Зөвхөн сонгуулиар зогсохгүй урт хугацааны аливаа төлөвлөлтөд энэхүү боловсруулсан аргачлалыг нэвтрүүлэх бүрэн боломжтой.

Түлхүүр үг: шилжилтийн магадлал, шилжилтийн матриц, марковын хэлхээ

1 Удиртгал

Монгол улс нь өнөөг хүртэл нийт 10 удаа хүн амын тооллого явуулсан байна. Ингэхдээ хамгийн анхны тооллогыг ОХУ-ын эрдэмтэн И.М.Майский шинжилгээний анги 1918 онд явуулсан байдаг. Уг тооллогоор Монгол улс нь 647.5 мянган хүн амтай байсан. Үүнээс хойш 100 жилийн хугацаанд тав дахин өссөн үзүүлэлттэй байна. Тэгвэл жилээс жилд хүн амын тоо байршил, насны ангилал гэсэн хоёр үзүүлэлтээс хамаарч хүн амын тоо өсөж, буурч байна уу? гэдгийг урьдчилан таамаглаж, тооцооллын үр дүнг гаргаж авлаа. Энэхүү тоон баримтаа гарган авахдаа өмнөх онуудын тооллогын үр дүн дээр тулгуурлан шилжилтийн магадлалын матрицыг гаргах, үүнд шаардлагатай онолын мэдэгдэхүүн, арга аргачлалыг судалсан.

Хүн ам зүйн чиглэлээр манай судлаачид идэвхтэй судалгаа хийж байна. Тухайлбал энэ чиглэлд 2017 онд Б.Уранбилэг [4] ҮСХ (Үндэсний Статистикийн Хороо)-нд нэгэн тайлан гаргасан байна. Эдгээр судалгааны ажлууд хүн амын шилжилт хөдөлгөөнийг эдийн засаг, нийгмийн төрөл бүрийн хүчин зүйлээс хамааруулж тооцсон *статик* регрессийн шинжилгээ, үнэлгээг хөндсөн байдаг.

ҮСХ-ны болон бусад судалгаа тайланд *динамик* тооцоолол хийхдээ голчлон *энгийн өсөлтийн хувийг* ашигладаг. Ингэхдээ тодорхой нэг үзүүлэлтийг дангаар нь авч үзэхээс биш хэд хэдэн үзүүлэлт авч үзэж, тэдгээрийн хоорондын хамаарал нөлөө, динамик хувьсалыг тооцсон үр дүн үгүйлэгддэг.

Энэхүү судалгаанд насны ангилал, цаг хугацаа,

шилжилт хөдөлгөөнийг нэгтгэсэн *панел өгөгдлийн шинжилгээ* хийж байгаа нь онцлог. Насны ангилал, шилжилт хөдөлгөөний задаргаатай *динамик* загварын тэгшитгэл нь эдийн засгийн өсөлт, бүс нутгийн хөгжил болон төрөл бүрийн урт хугацааны төлөвлөлтийн загваруудад нэгэн бүрэлдэхүүн болж ордог.

А.Koslucher-ийн диссертац [6], Shuang Li нарын өгүүлэлд [7] насны ангилалтай динамик загварыг хүн ам зүйн судалгаанд ашиглаж буй гадаадын судлаачдын сүүлийн үеийн үр дүнгийн талаарх илүү дэлгэрэнгүй мэдээллийг дурджээ.

2 Марковын хэлхээний тухай үндсэн ойлголт

2.1 Стохастик процесс

Хугацаанаас хамаарч хувьсаж өөрчлөгддөг санамсаргүй хэмжигдэхүүнийг стохастик процесс гэнэ. Товчоор X_t гэж тэмдэглэнэ. Энд t индекс нь өгөгдсөн $T = [0; +\infty)$ интервалаар гүйнэ. X_t нь тухайн авч үзэж буй үзүүлэлтийн t агшны төлөв байдлыг илтгэнэ. Жишээ нь: X_t нь агуулахын үлдэгдлийг t агшны төлөв байдал байж болно. Хугацааг $t = 1, 2, 3, \dots$ гэх мэт натурал тоогоор тэмдэглэх бол X_t нь дискрет процесс болно. Харин хугацаа нь эерэг тоон интервал бол X_t нь тасралтгүй процесс болно. Харилцан үл хамаарах, ижил тархалттай.

2.2 Марковын хэлхээ

Хэрэв X_t стохастик процесс нь $t = 0, 1, 2, \dots$ болон $i, j, k_0, k_1, \dots, k_{(t-1)}$ бүрийн хувьд

$$\begin{aligned} P\{X_{(t+1)}=j|X_0=k_0, X_1=k_1, \dots, \\ X_{(t-1)}=k_{(t-1)}, X_t=i\} \\ =P\{X_{(t+1)}=j|X_t=i\} \end{aligned}$$

байвал түүнийг Марковын шинж чанартай гэнэ. Өөрөөр хэлбэл, Марковын чанартай процессын хувьд өгөгдсөн $X_t = i$ төлөвөөс дараагийн төлөвт шилжих магадлал нь t -ээс өмнө ямар төлөв байсан түүхээс үл хамаарна.

Марковын шинж чанартай $\{X_t\}$ стохастик процессыг Марковын хэлхээ [3], [1] гэнэ. Марковын хэлхээний хувьд $P\{X_{(t+1)}=j|X_t=i\}$ нөхцөлт магадлалыг (нэг алхамт) шилжилтийн магадлал гэнэ. Хэрэв $i, j, t = 1, 2, \dots$ бүрийн хувьд

$$P\{X_{t+1}=j|X_t=i\} = \dots = P\{X_1=j|X_0=i\}$$

нөхцөл биелэх бол шилжилтийн магадлалыг стационар (stationary) гэнэ. Иймээс стационар стохастик процессын хувьд шилжилтийн магадлал нь хугацаанаас хамаарч өөрчлөгдөхгүй гэсэн үг. Стационар, нэг алхамт шилжилтийн магадлал болон $i, j, n(n = 0, 1, 2, \dots), t = 0, 1, \dots$ бүрийн хувьд $P\{X_{t+n}=j|X_t=i\} = \dots = P\{X_n=j|X_0=i\}$ бүх нөхцөл биелэх бол ийм нөхцөлт магадлалыг n -алхамт шилжилтийн магадлал гэж нэрлэдэг. Цаашид стационар шилжилтийн магадлалыг хялбаршуулаад

$$\begin{aligned} p_{ij} &= P\{X_{t+1}=j|X_t=i\} \\ p_{ij}^{(n)} &= P\{X_{t+n}=j|X_t=i\} \end{aligned}$$

гэж тэмдэглэнэ. Мөн M -ээр нийт төлөвийн тоог тэмдэглэе. Эдгээр тэмдэглэгээний хүрээнд $n = 1$ байх үед $p_{ij}^{(1)} = p_{ij}$ байна. Цаашилбал $p_{ij}^{(n)}$ нь шилжилтийн магадлал байхын тулд бүх $i, j = 1, \dots, M, n = 0, 1, 2, \dots$ -ийн хувьд

$$p_{ij}^{(n)} \geq 0$$

ба

$$\sum_{j=0}^M p_{ij}^{(n)} = 1$$

гэсэн шинж чанарыг хангах ёстой. $p_{ij}^{(n)}$ магадлалуудыг нэгтгэвэл [1]

$$\begin{bmatrix} p_{00}^{(n)} & p_{01}^{(n)} & \dots & p_{0M}^{(n)} \\ p_{10}^{(n)} & p_{11}^{(n)} & \dots & p_{1M}^{(n)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{M0}^{(n)} & p_{M1}^{(n)} & \dots & p_{MM}^{(n)} \end{bmatrix}$$

бөгөөд $P^{(n)}$ нь n алхамтай шилжилтийн магадлалын матриц болно. Энэ судалгааны ажлын хүрээнд цаашид зөвхөн төгсгөлөг тооны төлөвтэй, стационар шилжилтийн магадлалтай Марковын хэлхээг авч үзнэ. i бүрийн хувьд $P\{X_0=i\}$ анхны магадлал өгөгдсөн болог.

2.3 Чепмен-Колмогоровын тэгшитгэл

n -алхамт шилжилтийн магадлалыг $i = 0, 1, \dots, M, j = 0, 1, \dots, M, m = 1, 2, \dots, n-1, n = m+1, m+2, \dots$ бүрийн хувьд

$$p_{ij}^{(n)} = \sum_{k=0}^M p_{ik}^{(m)} p_{kl}^{(n-m)}$$

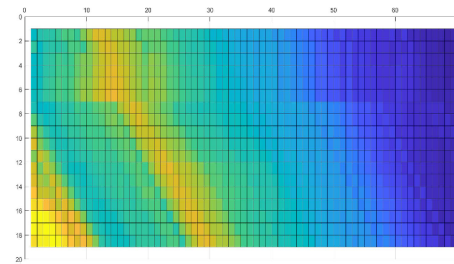
томъёогоор тооцно. Үүнийг Чепмен-Колмогоров (Chapman Kolmogorov)-ын тэгшитгэл нь гэнэ. Шилжилтийн магадлалын матрицын хувьд уг үр дүн

$$P^{(n)} = PP^{(n-1)} = P^{(n-1)}P = PP^{n-1} = P^{n-1}P = P^n$$

байна.

3 Хүн амын тоо толгойн өсөлтийн насны ангилалтай загвар

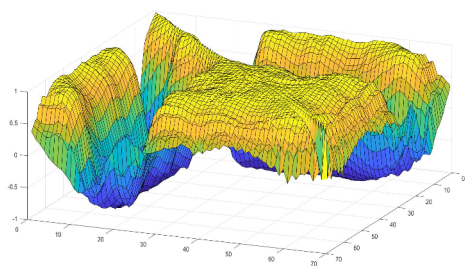
Тооцоонд 2000-2018 он дахь 0-70 насны хүн амын тоо бүхий түүврийг Үндэсний Статистикийн Хорооны [5] мэдээллээс авч ашиглав. 2000-2018 он дахь



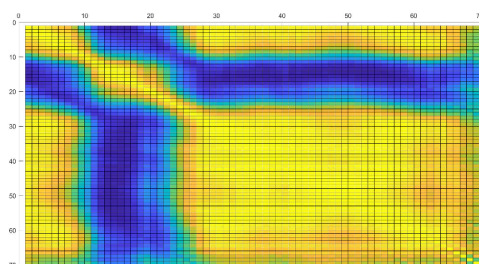
Зураг 1: 2000-2018 он дахь 20 жилийн хугацаан дахь 0-70 насны хүн амын тоо бүхий түүврийг дүрслэл. Уг зургийн мөр нь тухайн оны насны бүлэг тус бүр дэх хүн амын тоог илтгэнэ. Өнгө нь тод шараас гүн хөх рүү хүн амын тоо буурна.

0-70 насны хүн амын тоо бүхий түүврийн дүрслэлийг Зураг 1, 2-т харуулав. Зурагт хэвтээ тэнхлэг нь оны дугаар, босоо тэнхлэг нь насны бүлгийн дугаар болно. Тухайн бүлэг дэх хүн амын тоог өнгө нь ялгаж харуулж байна. Тод шараас гүн хөх рүү хүн амын тоо буурна. 2000-2018 он дахь 0-70 насны хүн амын тоо бүхий түүврийн насны бүлэг хоорондын корреляц хамаарлын гадаргуугийн дүрслэл. Корреляц хамаарал дээрээ тулгуурлаад насны бүлгүүдийг ангилж бүлэглэж болж байна. Дээрх зургаас харвал насны 0-10, 11-25, 26-70 бүлгүүд доторх хүн амын тоо нь хоорондын корреляц хамаарал өндөр байна. Дээрх ажиглалтад үндэслэн насны А, В, С бүлгийг Хүснэгт 1 дурдсан байдлаар үүсгэе. Корреляц хамаарлаас үзвэл дараах дүгнэлтүүд гарна.

- А, В, С бүлгийнхний тоо толгойн өөрийнхөө бүлэгт эерэг нөлөөтэй. Өөрөөр хэлбэл, айлд 0-10 насны хүүхэдтэй байвал 2 дахь хүүхэд нь энэ насных байх магадлал өндөр байна.



Зураг 2: 2000-2018 он дахь 20 жилийн хугацаан дахь 0-70 насны хүн амын тоо бүхий түүгэрийг гадаргуугийн дүрслэл.



- А бүлгийнхний тоо толгойд В бүлгийнхэн сөрөг нөлөөтэй байна. Өөрөөр хэлбэл, 11-25 насны хүүхэдтэй айлуудад дийлэнх хувь нь 0-10 насны хүүхэдгүй гэсэн үг.
- С бүлгийн хувьд А бүлэгт эерэг хамааралтай байна. Энэ бүлэг А бүлгийн тоо толгойтой үүсгэж буй корреляциас хамаарч 2 ангид хуваагдаж байна.

С-г 2 бүлэгт гэж хувааж үзье. С1 нь үржихүйн идэвхтэй анги болж байна. Энэ насны бүлгийн төрөлтийн хувь хэмжээ өндөр тул 0-10 насны бүлгийн тоо, толгойд эерэг нөлөөтэй гарсан. С2 нь ахмадын анги болж байна. Өвөө, эмээ нарын ач холбогдлыг илэрхийлж буй утгаараа С2 нь мөн А бүлгийн тоо, толгойд эерэг нөлөөтэй гарсан. Энэ ангилал нь цаашид загвар байгуулж, шилжилтийн магадлалын матрицын элементүүдийг үнэлсэн үнэлгээний үр дүн хир бодитой гарч буйд дүгнэлт өгөхөд тустай.

Хүн амын өсөлтийн насны ангилалтай загварын параметрийн үнэлж, шилжилтийн магадлалын матриц байгуулахад ангилал тус бүрээс шинээр төрөгсдийн тоон мэдээлэл хэрэгтэй. ҮСХ-ын төрөлтийн мэдээлэл нь насны 15 ангилалтай байгаа. Иймд анхны 70 ангилалтай өгөгдлийг 15 ангилалд нэгтгэж тооцоолол хийе. Насны 15 ангилал хоорондын корреляцын матрицыг Хүснэгт 4-д харууллаа.

Уг матрицыг гадаргуу байдлаар дүрсэлбэл Зураг 3, 4 гарна. Насны 15 ангиллын хувьд хийгдсэн эдгээр зураг, дүрслэл нь өмнөх насны 70 ангилалтай өгөгдлийнхтэй ижил төстэй байна. Зургаас харвал бүлэг хоорондын корреляц хамаарлыг шууд тайлбарлаж болж байна. Жишээ нь 0-4 насны бүлгийнхний тоо нэг нэгэндээ харилцан эерэг, өндөр корреляц хамааралтай. Мөн энэ ангиллын хувьд түүний удаах 5-9 насны бүлгийнхний тоо, толгой эерэг, сайн корреляцтай. Харин 10-14, 15-19, 20-24 насны бүлгүүдийн

A	0-10
B	11-25
C	26-70

Хүснэгт 1: Насны ерөнхий бүлгүүд

C1	26-47
C2	48-70

Хүснэгт 2: С бүлэг шинээр А бүлгийн тоо толгойтой үүсгэж буй корреляциас хамаарч 2 ангид хуваагдаж байна.

0-4 нас	5-9 нас	10-14 нас	15-19 нас
20-24 нас	25-29 нас	30-34 нас	35-39 нас
40-44 нас	45-49 нас	50-54 нас	55-59 нас
60-64 нас	65-69 нас	70+ нас	

Хүснэгт 3: Төрөлтийн тооноос хамааруулсан насны 15 ангилал

тоо, толгой 0-4 насны бүлгийнхтэй сөрөг корреляц хамааралтай байна. Анхны түүврийн хувьд мөн ийм үр дүн гарсан.

3.1 Шилжилтийн магадлалын матрицын үнэлгээ

Дээрх ажиглалтад тулгуурлаж шилжилтийн магадлалын матрицыг үнэлэх зорилгоор дараах шинжилгээг хийе. $x_j(t)$ нь t агшинд насны j – р ангилалд буй хүн амын тоо болог. Тэгвэл

$x_{j+1}(t) - x_j(t)$ нь t агшны хүн амын тооны ангилал хоорондын зөрүү,

$\frac{x_{j+1}(t) - x_j(t)}{x_j(t)}$ нь t агшны хүн амын тооны ангилал хоорондын зөрөөний хувь хэмжээ,

$x_j(t+1) - x_j(t)$ нь j – р ангиллын хүн амын тооны жилийн өөрчлөлт,

$\frac{x_j(t+1) - x_j(t)}{x_j(t)}$ нь j – р ангиллын хүн амын тооны жилийн өөрчлөлтийн хувь хэмжээ тус тус болно. Өгөгдсөн α ($\alpha \geq 0$) тооны хувьд

$$L(\alpha) = \{(t, j) : x_j(t) = \alpha, t \in Y, j \in N, \alpha \in \mathbb{R}, \alpha \geq 0\}$$

олонлогийн авч үзье. Хүн амын тооны өсөлтийг насны ангилалтай холбосон зүй тогтлыг илрүүлэхийн тулд дээрх олонлогийг шулуунаар үнэлж болно гэсэн таамаглал дэвшүүлбэ. Уг таамаглалыг шалгахын тулд

$$c_j(t) = \frac{x_j(t+1) - x_j(t)}{x_{j-1}(t) - x_j(t)}$$

харьцаа авч үзье. Үнэндээ энэ нь t агшинд j -р ангилалд буй хүн амын тооны жилийн болон ангилал хоорондын өөрчлөлтүүдийн харьцаа болно. Уг харьцаа нь өөрчлөлтийн тоо хэмжээнийхээс гадна хувь хэмжээний харьцаа байж бас чадна. $t \in Y, j \in N$ бүрийн хувьд дээрх илэрхийллийн баруун гар талыг

Нөгөө талаас $\tilde{L}$ нь шилжилтийн магадлалын матриц бөгөөд төрөлтийг оролцуулж тооцоогүй үр дүн юм. Он солигдоход 0-4 настнуудын 88.18% нь энэ насны ангилалдаа үлддэг, үлдсэн 11.82% нь 5-н насанд хүрдэг. Үүн дээр шинээр төрөгсдийн тоог нэмж тооцож байж 0-4 настны ангиллын хүн амын тооны өсөлтийг гаргана.

3.2 Леслийн матриц

Насны ангилал бүр дэх төрөлтийн хувийг тооцоход Үндэсний Статистикийн Хорооны [5] 2000-2018 он хүртэлх шинээр төрсөн эхчүүдийн тоон өгөгдлийг ашигласан. Нэг эхээс нэг хүүхэд төрнө гэж үзсэн. Насны бүлэг бүрээс төрөх хүүхдийн тоог 19-н жилийн дундаж үзүүлэлтээр авсан. Үр дүнг Хүснэгт 5-д харууллаа. Энэ тооцоонд стандарт хазайлтыг

15-19 нас	0.013287
20-24 нас	0.077102
25-29 нас	0.081712
30-34 нас	0.058819
35-39 нас	0.034606
40-44 нас	0.009915
45-49 нас	0.001541

Хүснэгт 5: Насны бүлэг бүрээс төрөх хүүхдийн тоо (хувиар)

түүврийн ковариацийн матрицын хамгийн их хувийн утгаас тооцсон. Түүврийн ковариацийн матрицын хувийн утга

$$\lambda = (1.42E - 06, 9.05E - 06, 2.1E - 05, 2.96E - 05, 0.000166, 0.000264, 0.005745)$$

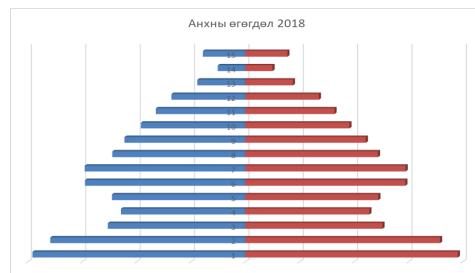
гэж тооцоогоор олдсон. Эндээс хамгийн их утга нь 0.005745 байна. Дээрх хувийн утгуудад харгалзах хувийн векторуудыг Хүснэгт 6-д үзүүлээ.

Эцэст нь төрөлтийг оролцуулж тооцсон хүн амын өсөлтийн насны ангилалтай загвар

$$X(t+1) = LX(t)$$

тэгшитгэлийг хангана. Энд L матриц Хүснэгт 7-д өгөгдөнө. Хүн ам зүйд үүнийг Леслийн матриц гэдэг. L матрицад төрөлтийн мөрийг эс тооцвол ШММ болно.

Хүн амын тоо, толгойн өсөлтийн дээрх загварт тулгуурлаад 2019 – 2025 оны хүн амын тоог насны ангилалтайгаар урьдчилан тооцоолбол Хүснэгт 10-д буй үр дүн гарав. Тооцооллын үр дүнд сууриалаад 2018, 2025 онуудын хүн амын суваргыг Зураг 5-7 дүрсэлж үзүүлээ. 7 жилийн хугацаанд уг суваргын хэлбэрт шилжилт өөрчлөлт үл ялиг байна. Суваргын суурь нь өргөн хэлбэрээ хадгалаад 2 байснаа 3 болж шилжжээ. Урт хугацаанд хүн амын суварга засрах хандлагатай байна. Тухайлбал тооцооллыг 2035 он хүртэл үргэлжлүүлэхэд суурь бэхжиж байна. Мэдээж энэ тооцоо нь хүн амын өнөөгийн үзүүлэлтүүд хадгалагдаж байх нөхцөлд биелнэ.



Зураг 5: 2018 оны хүн амын насны суварга



Зураг 6: 2025 оны урьдчилан таамагласан хүн ам, насны суварга



Зураг 7: 2035 оны урьдчилан таамагласан хүн ам, насны суварга

4 Засаг захиргааны харьяаллаас хамаарсан хүн амын шилжилт хөдөлгөөний загвар

Хүн амын аймаг хоорондын шилжилт хөдөлгөөний тоон өгөгдлийн талаарх Үндэсний Статистикийн Хорооны мэдээллийг Зураг 8-д дүрслэв. Зургаас Монголын хүн ам Улаанбаатар хотод бусад аймагтай харьцуулашгүй өндөр утгатай, өсөлт ихтэй байгаа нь харагдаж байна. Шилжилтийн магадлалын матрицыг засаг захиргааны харьяаллаас хамааруулж үнэлгээ хийв.

$$V = \begin{pmatrix} 0.0840 & 0.6090 & -0.4590 & -0.0238 & 0.5149 & -0.3674 & -0.3674 \\ -0.0115 & -0.3233 & 0.3672 & 0.0070 & 0.0773 & -0.7870 & -0.3673 \\ -0.0148 & 0.3585 & -0.1870 & -0.1723 & -0.7532 & -0.0851 & -0.4815 \\ 0.0827 & -0.1331 & -0.1388 & 0.7308 & 0.1367 & 0.2756 & -0.5720 \\ 0.0424 & -0.2060 & -0.0063 & -0.6554 & 0.3493 & 0.3554 & -0.5269 \\ -0.3939 & 0.5430 & 0.6885 & 0.0765 & 0.1417 & 0.1801 & -0.1319 \\ 0.9103 & 0.9103 & 0.3548 & 0.0032 & -0.0262 & 0.0589 & 0.0164 \end{pmatrix}$$

Хүснэгт 6: Хамгийн их утгад харгалзах хувийн вектор дээрх хүснэгтийн сүүлийн баганын тоонууд болно. Стандарт хазайлт нь хамгийн ихдээ 0.0758 байна.

Бүлэг	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70+
0-4	0.8818	0	0	0.0133	0.0771	0.0817	0.0588	0.0346	0.0099	0.0015	0	0	0	0	0
5-9	0.1182	0.8818	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-14	0	0.1182	0.8818	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-19	0	0	0.1182	0.8818	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-24	0	0	0	0	0.8818	0.1182	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25-29	0	0	0	0	0	0.1182	0.8818	0	0	0	0	0	0	0	0
30-34	0	0	0	0	0	0	0.1182	0.8818	0	0	0	0	0	0	0
35-39	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1182	0.8818	0	0	0	0	0
40-44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45-49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8818	0	0	0	0	0
50-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1182	0.8818	0	0	0	0
55-59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8818	0	0	0
60-64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1182	0.8818	0	0
65-69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1182	0.8818
70+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8818

Хүснэгт 7: Леслийн матриц

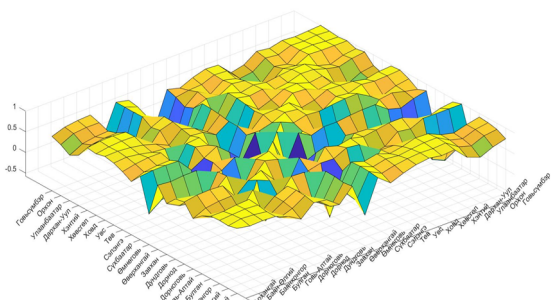
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0-4	419190	443581.6	464769.5	483177.4	499187.3	513143	525354.2
5-9	362249.6	368979.9	377797.8	388077.9	399318.7	411123.1	423181.9
10-14	265057.2	276545.4	287471.1	298147.7	308777.5	319479.5	330311.7
15-19	231256.1	235251.4	240132.3	245727.8	251923.8	258643.9	265834.7
20-24	243012.5	241622.9	240869.8	240782.6	241367.1	242614.9	244509.6
25-29	288689.8	283290.7	278365.6	273933.6	270015.1	266628.9	263790.5
30-34	295033.2	294283.4	292984.1	291256.2	289208.7	286940	284539.2
35-39	250238.2	255533	260113.3	263998.6	267220.4	269819.5	271843.1
40-44	224551.2	227587.4	230890.5	234344.7	237849.8	241321.4	244689.8
45-49	195341.8	198794.4	202197.7	205589.2	208988.1	212399.5	215818.1
50-54	167472.3	170766.5	174079.4	177403	180734.6	184074.1	187422.2
55-59	138931	142304.6	145668.8	149026.9	152381	155732.4	159082.4
60-64	93434.29	98812	103952.8	108883.7	113628.6	118209.1	122644.4
65-69	54737.49	59311.45	63980.42	68705.16	73454.25	78202.86	82931.6
70+	76593.23	76169.81	76325.14	77018.36	78207.66	79851.26	81908.23
нийт	3305788	3372834	3439598	3506073	3572263	3638184	3703862

Хүснэгт 8: 2019 – 2025 оны хүн амын тоог
насны ангилалтай таамагласан үр дүн

Зураг 8: Засаг захиргааны харьяалал болон хугацаанаас хамаарсан түүн амын тоо

Аймаг	Ар	БӨ	БХ	Бү	ГА	ДГ	ДД	ДүГ	Зав	Өв	Өм	СүБ	Сэл	Төв	Увс	Ховд	Хөвс	Хэн	Дарь-У	Ув	Ор	ГС
Ар	0.3900	0.0000	0.0004	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0010	0.0003	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0003	0.0001	0.0006	0.0034	0.0008	0.0001
БӨ	0.0000	0.9984	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000
БХ	0.0003	0.0000	0.9915	0.0000	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0052	0.0001	0.0000
Бү	0.0005	0.0001	0.9823	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0007	0.0006	0.0002	0.0001	0.0007	0.0006	0.0007	0.0000	0.0000	0.0003	0.0007	0.0052	0.0034	0.0001
ГА	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3902	0.0001	0.0000	0.0004	0.0004	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0000	0.0001	0.0005	0.0064	0.0003	0.0001
ДГ	0.0002	0.0000	0.0003	0.0003	0.0001	0.3768	0.0007	0.0010	0.0003	0.0003	0.0008	0.0000	0.0014	0.0005	0.0001	0.0003	0.0005	0.0016	0.0009	0.0088	0.0006	0.0028
ДД	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.3896	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.3896	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0006	0.0068	0.0002	0.0001
ДүГ	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0005	0.0001	0.9877	0.0000	0.0003	0.0011	0.0001	0.0002	0.0006	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0002	0.0062	0.0002	0.0001
Зав	0.0003	0.0000	0.0000	0.0002	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000	0.9862	0.0000	0.0001	0.0000	0.0005	0.0004	0.0002	0.0002	0.0001	0.0007	0.0009	0.0080	0.0014	0.0001
Өв	0.0005	0.0000	0.0004	0.0004	0.0001	0.0002	0.0001	0.0003	0.0001	0.3912	0.0005	0.0001	0.0002	0.0004	0.0000	0.0000	0.0005	0.0001	0.0007	0.0044	0.0002	0.0001
Өм	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0011	0.0002	0.0000	0.0000	0.0005	0.3880	0.0001	0.0004	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0007	0.0048	0.0060	0.0005
СүБ	0.0000	0.0000	0.0004	0.0006	0.0001	0.0012	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.9908	0.0001	0.0002	0.0001	0.0000	0.0002	0.0001	0.0007	0.0043	0.0001	0.0001
Сэл	0.0000	0.0004	0.0004	0.0006	0.0007	0.0007	0.0003	0.0002	0.0006	0.0003	0.0004	0.0001	0.9737	0.0009	0.0017	0.0006	0.0006	0.0003	0.0057	0.0091	0.0018	0.0004
Төв	0.0004	0.0001	0.0004	0.0007	0.0006	0.0004	0.0002	0.0013	0.0010	0.0006	0.0002	0.0002	0.0111	0.9745	0.0012	0.0004	0.0139	0.0005	0.0009	0.0139	0.0005	0.0005
Увс	0.0001	0.0002	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0009	0.0003	0.9909	0.0005	0.0001	0.0008	0.0008	0.0048	0.0005	0.0002
Ховд	0.0001	0.0005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.9916	0.0000	0.0001	0.0005	0.0048	0.0003	0.0001
Хөвс	0.0002	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0004	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0005	0.0005	0.0034	0.0003	0.0001
Хэн	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0000	0.0009	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0018	0.0005	0.0005	0.0002	0.0001	0.0001	0.9842	0.0003	0.0083	0.0003	0.0007
Дарь-У	0.0006	0.0003	0.0006	0.0006	0.0008	0.0003	0.0002	0.0002	0.0009	0.0028	0.0005	0.0001	0.0072	0.0008	0.0022	0.0011	0.0009	0.0003	0.9694	0.0102	0.0014	0.0003
Ув	0.0013	0.0005	0.0024	0.0240	0.0027	0.0023	0.0028	0.0028	0.0032	0.0028	0.0026	0.0019	0.0035	0.0049	0.0037	0.0028	0.0020	0.0035	0.0041	0.9491	0.0036	0.0034
Ор	0.0014	0.0003	0.0000	0.0600	0.0005	0.0002	0.0002	0.0002	0.1800	0.0004	0.0006	0.0001	0.0020	0.0005	0.0017	0.0003	0.0022	0.0007	0.0017	0.9687	0.0097	0.0000
ГС	0.0001	0.0001	0.0004	0.0003	0.0001	0.0003	0.0087	0.0087	0.0004	0.0004	0.0009	0.0002	0.0010	0.0011	0.0003	0.0001	0.0001	0.0017	0.0013	0.0161	0.0008	0.9593

Хүснэгт 9: Шилжин суурьшлыг илэргүйлэх шилжилтийн магадлалын матриц



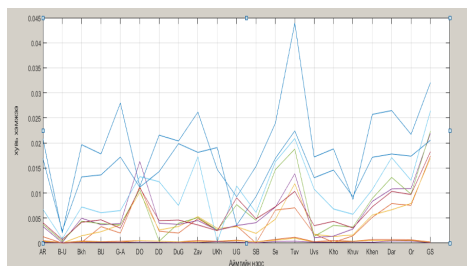
Зураг 9: Шилжин суурьшлыг илэрхийлэх
шилжилтийн магадлалын матрицын гадаргуу
дүрслэл

4.1 Аймаг, хот хоорондын шилжилт хөдөлгөөний ерөнхий төлөв

Аймаг хотуудын хувьд шилжилт хөдөлгөөний ерөнхий төлөвийг Зураг 10-14-д үзүүлэв. Монгол улсын 21 аймгаас шилжилт хөдөлгөөн ихтэй дараах таван аймгийг сонгож эдгээр зургийн тусламжтай шилжилт хөдөлгөөнд нөлөөлж болохуйц хүчин зүйлсийг тайлбарлая.

1.Улаанбаатар

Зураг 10-д орон нутгаас Улаанбаатар руу шил-

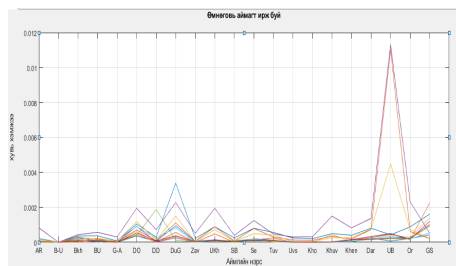


Зураг 10: Улаанбаатарт шилэжсн ирэгсдийн тоонд аймаг, хотын эзлэх хувь

жин очиж байгаа хүмүүсийн тоонд аймаг, хотуудын эзлэх хувь хэмжээг үзүүлжээ. Зургаас харвал Төв аймгаас УБ хот руу шилжих хөдөлгөөн хамгийн өндөр байна. Мөн жилээс жилд энэ дүр зураг тогтвортой хадгалагдаж байна. Эсрэгээрээ Баян-Өлгий, Увс, Ховд, Хөвсгөл зэрэг аймгуудаас хот руу шилжих хөдөлгөөн тогтмол бага байна. Энд газар зүйн байршил, хоорондын зайтай их нөлөөтэй болох нь харагдаж байна.

2. ΘΜΗΘΟΒΨ

Өмнөговь аймаг нь сүүлийн жилүүдэд хүн амын шилжилт хөдөлгөөнийг маш ихээр татаж байгаа аймаг билээ. Учир нь ашигт малтмалуудын томоохон орд олборлодог уул уурхай болох Оюутолгой, Тавантолгой, Эрдэнэс Таван Толгой, Энержи Ресурс, Мөнх Ноён Суварга, Дун Юань, Олон Овоот Гоулд, Зөв Зүг, МАК, Чинхуа-Мак-Нарийн Сухайт, Саус Гоби Сэндс, Өсөх Зоос, Терра Энержи, Жавхлант Орд гэх нийт 14 нь компани Өмнөговь аймгийн нү-

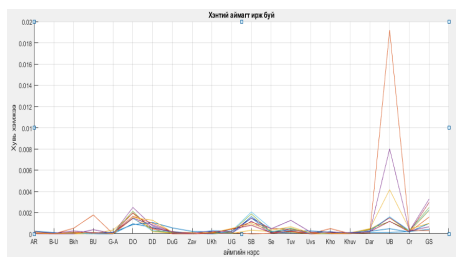


Зураг 11: Өмнөговьд шилжин ирэгсдийн тоонд
аймаг, хотын эзлэх хувь

таг дэвсгэрт байрлан үйл ажиллагаа явуулж байна. Энэ нь хүн ам олноор шилжин суурьших шалтгаан болж байна. Жишээлбэл УБ хот болон хил залгаа Дорноговь, Өвөрхангай, Дундговь зэрэг аймагаас хүн амын шилжилт хөдөлгөөн ихэссэн байгаа нь тооцоололын үр дүн, зургаас тодорхой харагдаж байна.

3. ХЭНТИЙ

Хэнтий аймгийн хувьд уулархаг зүүн бүс нутаг

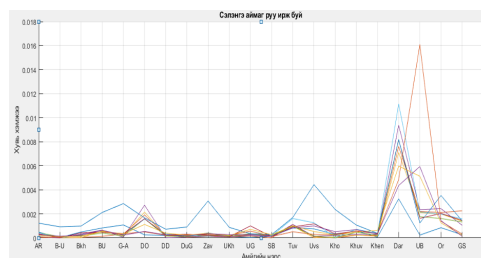


Зураг 12: Хэнтийд шилжин ирэгсдийн тоонд аймаг, хотын эзлэх хувь

ба хил залгаа аймаг болох Дорноговь, Сүхбаатар, УБ хот, Дорнод зэрэг аймгаас шилжилт хөдөлгөөн их байгаа нь Зураг 12-ээс харагдаж байна. Газарзүйн байршлаас хамаарч УБ хот луу ойртох чиглэлд шилжилт хөдөлгөөн идэвхтэй байна. Харин баруун бүс, хангайн бүсийн аймгуудаас Хэнтийг чиглэсэн шилжилт хөдөлгөөн бараг хийгдээгүй гэж хэлж болохоор байна.

4. СЭЛЭНГЭ

Сэлэнгэ нь газар тариалан, төмрийн хүдэр олбор-



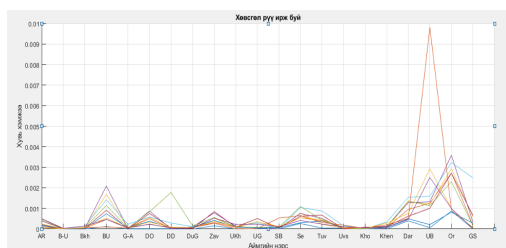
Зураг 13: Сэлэнгэд шилжин ирэгсдийн тоонд аймаг, хотын эзлэх хувь

лолт, хилийн боомт хөгжсөн аймаг. Тэгвэл энэ аймаг руу Дархан-Уул аймгаас тогтмол бусад аймгуудтай харьцуулахад хамгийн их хүн шилжилт хөдөлгөөнтэй байна. Үүний дараагаар Орхон, Төв зэрэг

аймгуудаас ирэх шилжилт хөдөлгөөн бусад аймгаас харьцангуй их байна. Энэ нь эхлээд хил залгаа байгаа аймгууд дараагаар шууд хар зам болон төмөр замаар холбогдсон нь зорчиход илүү хялбар байгаа нь нөлөөлдөг гэж үзэж байна. Бусад аймгийн нэгэн адил хол байршилтай аймгуудаас ирэх шилжилт хөдөлгөөн маш байна.

5. Хөвсгөл

Монгол улсын аялал жуучлалын цөм болох Хөвс-



Зураг 14: Хөвсгөлд шилжин ирэгсдийн тоонд аймаг, хотын эзлэх хувь

гөл аймаг нь Орхон, Сэлэнгэ, Завхан, Архангай, Булган зэрэг хил залгаа хар замаар холбогдсон байгаа нь шилжилт хөдөлгөөнд томоохон нөлөө үзүүлж байж болох юм. Нөгөө талаас Ховд, Сүхбаатар, Увс, Хэнтий зэрэг аймгууд руу шилжилт хөдөлгөөн муу байгаа нь алслагдсан байдалтай холбоотой.

Дээрх бүх үр дүнгээс харвал тухайн аймагт ирэх шилжилт хөдөлгөөнд хил залгаа аймгууд өндөр хувь эзэлж байгаа нь харагдаж байна. Үүнийг өөрөөр бүсчлэлтэй холбож тайлбарлаж болох юм. Тухайн бүс дотроо уул уурхай, үйлдвэр, бэлчээрийн даац, аялал жуучлал, байгалийн орчны шинжээс хамаараад хөгжил илүү, томоохон хот сууринд илүү дөт аймаг, хот луу хүн амын шилжилт хөдөлгөөн их байна. Энд нэг зүйлийг онцлъё. Дээрх зураг бүрт УБ хотоос шилжин ирэгсэд тооны хувьд хамгийн өндөр үзүүлэлттэй харагдаж байна. Гэвч энэ нь бусад аймгуудтай хүн амын тоонд эзлэх хувиар тооцож харьцуулахад тийм ч өндөр үзүүлэлт биш байсан.

4.2 Аймаг, хотын хүн амын тоон прогноз

Тооцооллын дүнд олдсон шилжилтийн магадлалын матрицын тусламжтай хүн амын хэтийн тоог бүс нутгаас хамааруулж таамаглаж гаргасан. Хүснэгт 10-д 2019-2025 он хүртэлх нийт 7 жилийн урьдчилан таамагласан хүн амын тоог харууллаа. Шилжилт хөдөлгөөн идэвхтэй байгаа ч хүн амын тоо аймаг тус бүрээр өссөн байна.

Аймаг	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Архангай	102392.4473	108004.8149	113560.8605	119064.18	124518.227	129926.3	135291.55
Баян-өлгий	107697.2672	110305.9874	112916.4075	115528.77	118143.296	120760.22	123379.753
Баянхонгор	93502.30753	98599.16876	103649.817	108657.35	113624.731	118554.81	123450.295
Булган	66604.34457	70968.74842	75309.40707	79628.426	83927.8233	88209.536	92475.4226
Говь-Алтай	64324.98696	70111.97988	75836.22574	81501.79	87112.5648	92672.277	98184.4939
Дорноговь	72436.22748	75568.06073	78700.61282	81834.952	84972.106	88113.06	91258.7606
Дорнод	86551.85222	92055.98355	97500.30394	102888.56	108224.329	113511.05	118752.015
Дундговь	50967.79845	55273.7684	59548.62687	63794.976	68015.3096	72212.015	76387.3814
Завхан	79110.47931	85364.58456	91545.94178	97658.98	103707.94	109696.88	115629.694
Өвөрхангай	122049.1604	126943.707	131798.4511	136616.09	141399.195	146150.25	150871.625
Өмнөговь	69564.21626	72399.88626	75230.1889	78056.256	80879.1731	83699.984	86519.6909
Сүхбаатар	66178.51429	70005.26928	73804.60934	77578.78	81329.9341	85060.132	88771.3515
Сэлэнгэ	117636.0294	123786.8946	129860.4172	135861.21	141793.702	147662.12	153470.509
Төв	104924.3017	114012.4892	122935.7305	131702.8	140322.076	148801.6	157149.047
Увс	89408.92715	94472.57269	99502.48862	104501.12	109470.821	114413.84	119332.333
Ховд	93788.93975	99195.61769	104553.3402	109865.27	115134.453	120363.78	125556.052
Хөвсгөл	138003.9771	142027.3773	146035.7523	150030.59	154013.329	157985.34	161947.937
Хэнтий	82916.06604	88726.31041	94463.36222	100131.65	105735.424	111278.74	116765.482
Дархан-Уул	112784.9207	119538.2895	126189.1594	132743.32	139206.318	145583.45	151879.795
Улаанбаатар	1476358.672	1462587.891	1450010.882	1438578.2	1428242.62	1418959	1410684.4
Орхон	112041.1773	118008.4159	123893.839	129702.35	135438.629	141107.17	146712.255
Говь-Сүмбэр	23238.76827	28608.50846	33909.74407	39146.804	44323.8326	49444.795	54513.4895
Нийт	3332481.381	3426566.326	3520756.168	3615072.4	3709535.83	3804166.4	3898983.33

Хүснэгт 10: 2019-2025 он хүртэлх аймаг хотын хууч амын тоон прогноз

5 Нийт сонгогчдын тоог насны бүлэг, нутаг дэвсгэрийн харьяаллаар тооцоолсон үр дүн

Дээр бид хүн амын тоо, толгойн өсөлтийг загварыг насны ангилалтай болон нутаг дэвсгэрийн харьяалалтай гэсэн 2 аргачлалаар тооцож гаргасан. Энэ үр дүнгийн практик ач холбогдлыг тодруулах үүднээс Монгол улсын нийт сонгогчдын тоог насны бүлэг, нутаг дэвсгэрийн харьяаллаар 2020 оны хувьд тооцож гаргалаа. Тооцооллын аргачлалыг товчхон тайлбарлая. Дараах тэмдэглэгээнүүдийг оруулъя. Үүнд:

d нь аймаг хотуудын сонгогчдын тооны нийт хүн амд эзлэх хувь хэмжээг илэрхийлсэн 22×1 хэмжээтэй вектор, V нь нийт сонгогчдын тоог насны бүлэг, нутаг дэвсгэрийн харьяаллаар ангилсан матриц, u нь насны 12 ангилал дахь Монгол Улсын сонгогчдын тооны вектор тус тус байг. Тэгвэл

$$V = d \otimes u^T$$

адилтгал биелнэ. Иймд V нь 22×12 хэмжээтэй матриц байна. V матриц мөрөөр

$$V = \begin{pmatrix} V_{AR} \\ V_{BO} \\ \vdots \\ V_{UB} \\ V_{OR} \\ V_{GS} \end{pmatrix}$$

байдлаар задарна. Насны ангилал тус бүр дэх сонгогчдын тоог 2020 оны хувьд тооцоолбол

$$u = \begin{pmatrix} 53994.2 \\ 241623.0 \\ 283291.0 \\ 294283.0 \\ 255533.0 \\ 227587.0 \\ 198794.0 \\ 170766.0 \\ 142305.0 \\ 98812.0 \\ 59311.5 \\ 76169.8 \end{pmatrix}$$

гэж гарна. Аймаг хотуудын сонгогчдын тооны нийт хүн амд эзлэх хувь хэмжээг 2020 оны хувьд тооцвол

$$d = \begin{pmatrix} 3.15\% \\ 3.21\% \\ 2.87\% \\ 2.07\% \\ 2.04\% \\ 2.20\% \\ 2.68\% \\ 1.61\% \\ 2.49\% \\ 3.70\% \\ 2.11\% \\ 2.04\% \\ 3.61\% \\ 3.32\% \\ 2.75\% \\ 2.89\% \\ 4.14\% \\ 2.58\% \\ 3.48\% \\ 42.6\% \\ 3.44\% \\ 0.83\% \end{pmatrix}$$

гэж олдоно. Дээрх үр дүнд тулгуурлан $V = d \otimes u^T$ томъёонд орлуулга хийж тооцоолол хийлээ. Аймагуудын сонгогчдын тоог насны бүлгээр тооцсон үр дүнг Хүснэгт 11 үзүүлээ.

Аймаг	18-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70+
Архангай	1701.9	7615.9	8929.3	9275.8	8054.4	7173.5	6266.0	5382.5	4485.4	3114.5	1869.5	2400.9
Баян-өлгий	1738.2	7778.2	9119.5	9473.4	8226.0	7326.4	6399.5	5497.2	4581.0	3180.9	1909.3	2452.0
Баянхонгор	1553.7	6952.7	8151.7	8468.0	7352.9	6548.8	5720.3	4913.8	4094.8	2843.3	1706.7	2191.8
Булган	1118.3	5004.3	5867.3	6095.0	5292.4	4713.6	4117.3	3536.8	2947.3	2046.5	1228.4	1577.6
Говь-Алтай	1104.8	4943.9	5796.5	6021.4	5228.5	4656.7	4067.6	3494.1	2911.7	2021.8	1213.6	1558.5
Дорноговь	1190.8	5328.7	6247.6	6490.0	5635.4	5019.1	4384.1	3766.0	3138.3	2179.2	1308.0	1679.8
Дорнод	1450.6	6491.3	7610.7	7906.0	6865.0	6114.2	5340.7	4587.7	3823.1	2654.6	1593.4	2046.3
Дундговь	871.0	3897.6	4569.7	4747.1	4122.0	3671.2	3206.7	2754.6	2295.5	1593.9	956.8	1228.7
Завхан	1345.1	6019.4	7057.5	7331.4	6366.0	5669.8	4952.5	4254.2	3545.2	2461.7	1477.6	1897.6
Өвөрхангай	2000.3	8951.4	10495.0	10902.3	9466.7	8431.4	7364.7	6326.4	5271.9	3660.7	2197.3	2821.9
Өмнөговь	1140.8	5105.2	5985.6	6217.9	5399.2	4808.7	4200.3	3608.1	3006.8	2087.8	1253.2	1609.4
Сүхбаатар	1103.1	4936.4	5787.7	6012.3	5220.6	4649.6	4061.4	3488.8	2907.3	2018.7	1211.7	1556.2
Сэлэнгэ	1950.6	8728.8	10234.1	10631.2	9231.3	8221.7	7181.6	6169.0	5140.8	3569.6	2142.7	2751.7
Төв	1796.6	8039.5	9426.0	9791.7	8502.4	7572.5	6614.5	5681.9	4734.9	3287.8	1973.5	2534.4
Увс	1488.7	6661.7	7810.5	8113.6	7045.2	6274.7	5480.9	4708.1	3923.4	2724.3	1635.3	2100.0
Ховд	1563.1	6994.7	8201.0	8519.2	7397.4	6588.4	5754.9	4943.5	4119.6	2860.5	1717.0	2205.0
Хөвсгөл	2238.0	10015.0	11742.1	12197.7	10591.6	9433.2	8239.8	7078.1	5898.4	4095.6	2458.4	3157.2
Хэнтий	1398.1	6256.5	7335.4	7620.1	6616.7	5893.1	5147.5	4421.8	3684.8	2558.6	1535.8	1972.3
Дархан-Уул	1883.6	8429.2	9882.8	10266.3	8914.5	7939.6	6935.1	5957.3	4964.4	3447.1	2069.1	2657.2
Улаанбаатар	23046.8	103133.8	120919.2	125611.3	109071.1	97142.9	84852.9	72889.6	60741.0	42176.7	25316.4	32512.2
Орхон	1859.5	8321.3	9756.3	10134.9	8800.4	7837.9	6846.3	5881.1	4900.9	3403.0	2042.6	2623.2
Говь-Сүмбэр	450.8	2017.3	2365.2	2457.0	2133.5	1900.1	1659.7	1425.7	1188.1	825.0	495.2	635.9
Нийт	53994.2	241622.9	283290.7	294283.4	255533.0	227587.4	198794.4	170766.5	142304.6	98812.0	59311.5	76169.8

Хүснэгт 11: Сонгогчдын тоог насны бүлгээр нь тооцсон үр дүн

6 Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны хүрээнд хүн амын шилжилт, насжилтын магадлалын матрицын тусламжтай нас болон засаг захиргааны харьяаллаас хамаарсан хүн амын тоон прогноз, тооцоо хийх зорилго тавьсан. Холбогдох өгөгдөл дээр тулгуурлан 2 төрлийн шилжилтийн магадлалын матрицыг үнэлж тогтоолоо. Хүн амын тоон прогноз, математик загвар нь сонгуулиас гадна сургууль, цэцэрлэгийн тоо, автозамын төлөвлөлт, хүн амын хэт төвлөрлийг сааруулах гэх мэт нийгмийн тулгамдсан асуудлыг шийдвэрлэхэд зайлшгүй шаардлагатай. Эдийн засгийн өсөлтийн онол, бүс нутгийн хөгжил, төлөвлөлттэй холбогдох бүхий л тооцоонд хүн амзүйн загвар боловсруулах, хэтийн төлөвийг тодорхойлох шаардлага тулгардаг. Үүний наад захын жишээ нь үүрэн холбоо, тээвэр, даатгал мэт бизнесийн салбарын урт хугацааны төлөвлөлтийн асуудлуудыг дурдахад хангалттай. Энэ судалгааны хүрээнд боловсруулсан үр дүн, аргачлалыг ийм зорилгоор ашиглах бүрэн боломжтой. Тооцоолсон үр дүнг тоймлон жагсаавал:

- насны ангилалтай ШММ-г ашиглаад дараах онуудын хүн амын тооны хэтийн тооцоолол,
- насны бүлэг хоорондын шилжилтийг илэрхийлсэн ШММ-ийн үнэлгээ,
- мөн адил насжилтын ШММ-г ашиглаад тухайн насны бүлгийн дараагийн онуудын хэтийн тооцоолол,
- нэг насны бүлгээс нөгөө насны бүлэг рүү эндэхгүй шилжих магадлалын тооцоолол,
- аймгуудын цэвэр шилжилтийг илэрхийлсэн ШММ-ын тооцоолол,
- аймаг хоорондын шилжилт хөдөлгөөний дотоод шалтгааныг тодорхойлох,
- Монгол Улсын 2020 оны сонгогчдын тооны харьяалал, насны бүлгээр нь хийсэн тооцоолол

тус тус болно.

Ашиг сонирхлын баталгаа

Ашиг сонирхлын зөрчилгүй болно.

Ашигласан ном

- [1] Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman, *Introduction to operations research*
- [2] Dani Gamerman, Hedibert Freitas Lopes, *Markov Chain Monte Carlo: Stochastic Simulation for Bayesian Inference*
- [3] Зорин А.В., Зорин В.А., Пройдакова Е.В., Федоткин М.А. *Введение в общие цепи Маркова*

- [4] Б.Уранбилэг, *Хүн амын өсөлт, өөрчлөлт, хандлага*, YCX, 2017
- [5] YCX-ны мэдээ www.1212.mn
- [6] Amber Koslucher, *Life Table and Population Projection Using the Leslie Matrix*, Graduate School of University of Minnesota, July, 2016
- [7] Shuang Li, Zewei Yang, Hongsheng Li, Guangwen Shu, *Projection of population structure in China using least squares support vector machine in conjunction with a Leslie matrix model*, <https://doi.org/10.1002/for.2486>, Journal of Forecasting, 2017

7 Хавсралт

7.1 Аймгийн хоорондын шилжилт хөдөлгөөнийг тооцсон код

```

clear all;
close all;
clc;

a(:, :, 1)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2005.h', 'B2:W23');
a(:, :, 2)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2006.h', 'B2:W23');
a(:, :, 3)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2007.h', 'B2:W23');
a(:, :, 4)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2008.h', 'B2:W23');
a(:, :, 5)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2009.h', 'B2:W23');
a(:, :, 6)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2010.h', 'B2:W23');
a(:, :, 7)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2011.h', 'B2:W23');
a(:, :, 8)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2012.h', 'B2:W23');
a(:, :, 9)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2016.h', 'B2:W23');
a(:, :, 10)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2017.h', 'B2:W23');
a(:, :, 11)=xlsread('hvnam kod.xlsx', '2018.h', 'B2:W23');

%
% hold on
% for k=3:7
% % % % norm(a(:, :, k))
% err(k)=(norm(a(:, :, k+1)-a(:, :, k)))/norm(a(:, :, k));
% % % % corr(a(:, :, k+1)', a(:, :, k)')
% aa=[a(1:2, 3, k); a(4:22, 3, k)];
% t=1:21;
% t=t';
% plot(t, aa)
% % % % % pause
% end
% % % plot(err)

% size(b)
% hold on
% for k=1:3
% % % % norm(a(:, :, k))
% % % % % err(k)=(norm(b(:, :, k+1)-b(:, :, k)))/norm(b(:, :, k));
% % % % % corr(a(:, :, k+1)', a(:, :, k)')
% bb=[b(1:2, 3, k); b(4:18, 3, k); b(20:22, 3, k)];
% pause
% t=1:20;
% t=t';
% plot(t, bb)
% % % % % pause
% end

am=sum(a, 3);
sm=sum(am, 2);

for i=1:22
    am(i, :)=am(i, :)./sm(i);
end
am

c=xlsread('hvn amiin tsewer osolt', 'Data', 'E30:P51');
f=xlsread('niit hvn am', 'Data', 'o2:o23');
cc=mean(c, 2);
% % % % % c=xlsread('niit hvn am', 'Data', 'e3:P24');

```



```
pred=f;
for k=1:7

    f=am*f+cc
    pred=[pred f];
    pause
end

pred
sum(pred)
```

7.2 Насны бүлэг хоорондын шилжилтт хөдөлгөөнийг тооцсон код

```
clear all;
clc;

data=xlsread('nas.xlsx','Sheet1','B2:Q21');

data=xlsread('agedata.xlsx','Data','c2:U17');
size(data)
prdt=data(2:16,:);
yrs0=data(1,:);
[m,n]=size(prdt);

clear data;

cses=[];
for k=1:15
    cses{k}=[num2str(5*(k-1)), '-', num2str(5*k-1)];
end

cses=cses';

% for k=1:15
% pop=prdt(:,k);
% figure;
% plot(yrs0,pop);
% title(['Age ', num2str(5*k), '-', num2str(5*(k+1)-1)]);
% ylabel('population by age');
% xlabel('Time');
% end

% tbl=detrend(prdt);
tbl=prdt;
tbl=price2ret(prdt);

surf(corr(prdt))

o=corr(prdt)
corrplot(prdt)

for i=1:18
    for j=2:15
        coef(i,j)=[prdt(i+1,j)-prdt(i,j)]/...
            [prdt(i,j-1)-prdt(i,j)];
    end
end
coef(14,6)=0;
coef(18,4)=0;
coef=fillmissing(coef,'linear');
mean(coef);
```

```

'coef';
coef;
% % figure
% % surf(coef)
mean(mean(coef))

c=prdt(1:m-1,4:10);
x0=prdt(2:m,1);
lb=zeros(7,1);
ub=0.05*ones(7,1);
ub=[0.05 0.2 0.3 0.3 0.3 0.1 0.05];
aeq=ones(1,7);
beq=1;
lsqlin(c,x0,[],[],[],[],lb,ub)

yrs=yrs0(1:18);
% % yrs=yrs0;
% % corrplot(tbl);
% % crr=corr(tbl)

for k=1:15
    pop=tbl(:,k);
    figure;
    plot(yrs,pop);
    title(['Age ', num2str(5*k), '-', num2str(5*(k+1)-1)]);
    ylabel('population by age');
    xlabel('Time');
end

% % % T = size(tbl,1); % Total sample size

% % % % numseries = 15;
% % % % numlags = 1;
% % % % nummdls = numel(numlags);
% % % %
% % % % % Partition time base.
% % % % maxp = max(numlags); % Maximum number of required presample responses
% % % % idxpre = 1:maxp;
% % % % idxest = (maxp + 1):T;
% % % %
% % % % % Preallocation
% % % % EstMdl(nummdls) = varm(numseries,0);
% % % % aic = zeros(nummdls,1);
% % % %
% % % % % Fit VAR models to data.
% % % % Y0 = tbl[idxpre,:]; % Presample
% % % % % Y0=Y0';
% % % % Y = tbl[idxest,:]; % Estimation sample
% % % % % Y=Y';
% % % % for j = 1:numel(numlags)
% % % %     Mdl = varm(numseries,numlags(j));
% % % %     Mdl.SeriesNames = tbl.Properties.VariableNames;
% % % %     EstMdl(j) = estimate(Mdl,Y,'Y0',Y0);
% % % %     results = summarize(EstMdl(j));
% % % %     aic(j) = results.AIC;
% % % % end

g=xlsread('agedata.xlsx', 'Data', 'U3:U17');
f=xlsread('turult.xlsx', 'anh', 'B2:P16');
pred=g;
for k=1:27

```

```
g=f*g
pred=[pred g];
pause
end
pred=floor(pred)
sum(pred)
```