

Банкны салбарын өөрийн хөрөнгийн хүрэлцээг максималчлах нь

Ч. Анхбаяр*

МУИС, бизнесийн сургууль

Доктор

Р. Энхбат

МУИС, бизнесийн сургууль

Шинжлэх ухааны Док. проф

- Удиртгал
- Бодлогын томьёолол
- Туслах үр дүн
- Өөрийн хөрөнгийн хүрэлцээний бодлого
- Тоон үр дүн
- Дүгнэлт

Судлагдсан байдал

Судлаачдын нэр	Судалгааны аргачлал	Сул тал
Markowitz (1959)	Багц сонголтын онол	Хосолсон актив пассив болон шилжүүлгийн зардлыг орхигдуулдаг.
Chambers and Charnes (1959)	Шугаман программчлалын загвар	Динамик шинж чанаргүй, статик тохиолдолд шийдэгдэнэ.
Samuelson (1969)	Динамик программчлалын загвар	Цөөн тооны активуудын хүрээнд ажилладаг.
Cohen and Thore (1970)	Стохастик шугаман программчлалын загвар	Зааглалт болон зорилгын функцэд олон тооны санамсаргүй хэмжигдэхүүнийг нэмж өгсөнөөр томоохон бодлого руу шилждэг.
Eatmen and Sealey (1979)	Олон зорилтод шугаман программчлалын загвар	Олон тооны шугаман хязгаарлалтуудын хүрээнд банкны ашигт ажиллагаа болон төлбөрийн чадварын зорилгын функцийг зэрэг хангах зорилт тавигддаг ч статик тохиолдолд шийдэгдэнэ.

Судлаачдын нэр	Судалгааны аргачлал	Сул тал
Giokas and Vassiloglou (1991), Kosmodidou and Zopounidis (2004)	Зорилгын программчлалын загвар	Зорилгын функц, хязгаарлалт болон зааглалтын нөхцөлүүд олон шалгуурт хэлбэрээр тавигддаг.
Rockafellar ба Uryasev (2000), Schultz ба Tiedemann (2006)	Хамгийн их эрсдэлийг үнэлэх нөхцөлт арга	Багцын удирдлагын онолын тодорхой итгэх түвшинд VaR-с давсан эрсдэлийг хэмжихэд хэрэглэгдэнэ. Зөвхөн активын багц сонголтын хүрээнд судлагдсан.
Escudero ба Garin (2009)	Олон үет стохастик тоон программчлал	Тодорхой бус байхаар бүтэцлэгдсэн тогтмол орлоготой активын багц дээр төгсгөлөг хугацааны баялгийн дундаж эрсдэлийн функцийг оновчлох загварыг авч үздэг. Тодорхой бус байдал нь шийдвэрийн модоор илэрхийлэгддэг тул тооцоолоход хүндрэлтэй.

Энэхүү судалгааны ажлаар актив, пассивын удирдлагын түгээмэл харьцаа дээр суурилсан детерминистик бутархай программчлалын загварыг санал болгохыг зорьсон.

АКТИВ, ПАССИВЫН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

АКТИВ	Жин	ПАССИВ	Жин
A_1 : Бэлэн мөнгө түүнтэй адилтгах хөрөнгө	x_1^A	L_1 : Харилцах	x_1^L
A_2 : Монголбанкинд байршуулсан хөрөнгө	x_2^A	L_2 : Хугацаатай хадгаламж	x_2^L
A_3 : Бусад БСБ-д байршуулсан хөрөнгө	x_3^A	L_3 : Хугацаагүй хадгаламж	x_3^L
A_4 : Санхүүгийн хөрөнгө оруулалтууд	x_4^A	L_4 : Бусад банкнаас татсан эх үүсвэр	x_4^L
A_5 : Зээл	x_5^A	L_5 : Бусад эх үүсвэр	x_5^L
A_6 : Бусад хөрөнгө	x_6^A	L_6 : Бусад өр төлбөр	x_6^L
A_7 : Үндсэн хөрөнгө	x_7^A	E : Өөрийн хөрөнгө	x_7^L
A : Нийт актив	100%	$L + E$: Нийт пассив	100%

Актив, пассивын харьцааны үзүүлэлтүүд

$$v_1 = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5} = \frac{x_1^A + x_2^A + x_3^A + x_4^A}{x_1^L + x_2^L + x_3^L + x_4^L + x_5^L}$$

$$v_2 = \frac{A_5}{A} = x_5^A$$

$$v_3 = \frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5} = \frac{x_2^L}{x_1^L + x_2^L + x_3^L + x_4^L + x_5^L}$$

$$v_4 = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{A} = x_1^A + x_2^A + x_3^A + x_4^A$$

$$v_5 = \frac{L_4}{A} = x_4^L$$

$$v_6 = \frac{A_5 + A_4}{L_1 + L_2 + L_3} = \frac{x_5^A + x_4^A}{x_1^L + x_2^L + x_3^L}$$

$$v_7 = \frac{A_4}{A} = x_4^A$$

$$v_8 = \frac{L_1 + L_3}{L} = \frac{x_1^L + x_3^L}{x_1^L + x_2^L + x_3^L + x_4^L + x_5^L + x_6^L}$$

$$v_9 = \frac{L_4}{L} = \frac{x_4^L}{x_1^L + x_2^L + x_3^L + x_4^L + x_5^L + x_6^L}$$

$$v_{10} = \frac{E}{L} = \frac{x_7^L}{x_1^L + x_2^L + x_3^L + x_4^L + x_5^L + x_6^L}$$

Энд v_1 : хөрвөх чадвар, v_2 : зээл, активын харьцаа, v_3 ба v_8 : эх үүсвэрийн тогтвортой болон тогтворгүй байдлын харьцаа, v_4 : төлбөрийн чадвар, v_5 : бусад банкнаас татсан эх үүсвэр болон нийт активын харьцаа, v_6 : орлого олдог актив болон нийт хадгаламжийн харьцаа, v_7 : санхүүгийн хөрөнгө оруулалт болон нийт активын харьцаа, v_9 : бусад банкнаас татсан эх үүсвэр болон пассивын харьцаа, v_{10} : өөрийн хөрөнгө болон пассивын харьцааг илэрхийлнэ.

Актив пассивын удирдлагын чиг үүргийн урьдчилсан нөхцөлүүд

1. Харилцах, хугацаагүй хадгаламжийн нийлбэр нь хугацаатай хадгаламжийн хэмжээнээс бага байна.

$$x_2^L - x_1^L - x_3^L \geq 0$$

2. Харилцах, хугацаагүй хадгаламжийн хэмжээ нь бусад банкнаас татсан эх үүсвэрийн хэмжээнээс их байх.

$$x_4^L - x_1^L - x_3^L \leq 0$$

3. Хөрвөх чадвартай актив нь бусад банкнаас татсан эх үүсвэрээс их байх.

$$x_4^L - x_1^A - x_2^A - x_3^A - x_4^A \leq 0$$

4. Хөрвөх чадвартай активын хэмжээ нь хугацаатай хадгаламжийн хэмжээнээс их байна.

$$x_2^L - x_1^A - x_2^A - x_3^A - x_4^A \leq 0$$

5. Зээлийн багц нь бэлэн мөнгө, Монголбанкинд байршуулсан хөрнгө, бусад БСБ-д байршуулсан хөрөнгө, санхүүгийн хөрөнгө оруулалыг 2 дахин авсан хэмжээнээс их байх

$$x_1^A + x_2^A + x_3^A + 2x_4^A - x_5^A \leq 0$$

6. Бусад хөрөнгө болон үндсэн хөрөнгийн хэмжээ нь өөрийн хөрөнгийн хэмжээнээс хэтрэхгүй.

$$x_6^A + x_7^A - x_7^L \leq 0$$

7. Санхүүгийн хөрөнгө оруулалтын хэмжээ нь бусад хөрөнгө болон үндсэн хөрөнгийн хэмжээнээс их байх.

$$x_6^A + x_7^A - x_4^L \leq 0$$

8. Бусад эх үүсвэр болон өр төлбөрийн хэмжээ нь өөрийн хөрөнгөөс их байх.

$$x_7^L - x_5^L - x_6^L \leq 0$$

Мөрдлөгөөнүүд

Мөрдлөгөө 1. Үндсэн харьцааны үзүүлэлтүүд

$$v_3 \geq v_8, \quad v_8 \geq v_9, \quad v_4 \geq v_5, \quad v_3 \leq v_4,$$

$$v_2 \geq v_4 + v_7, \quad v_1 \geq v_4, \quad v_6 \geq v_2 + v_7, \quad v_9 \geq v_5$$

гэсэн тэнцэтгэл бишүүдээр хангагдана.

Мөрдлөгөө 2. v_2, v_4, v_7 гэсэн актив пассивын харьцааны үзүүлэлтүүд биелдэг байг. Тэгвэл урьдчилсан нөхцөл 7-г хэрэглэхэд

$$v_2 + v_4 + v_7 \geq 1$$

гэсэн тэнцэтгэл биш хангагдана.

Мөрдлөгөө 3. v_3, v_8, v_9, v_{10} гэсэн актив пассивын харьцааны үзүүлэлтүүд биелдэг байг. Тэгвэл урьдчилсан нөхцөл 8-г хэрэглэхэд

$$v_3 + v_8 + v_9 + v_{10} \leq 1$$

гэсэн тэнцэтгэл биш биелнэ.

Мөрдлөгөө 4. Актив пассивын харьцааны үзүүлэлтүүд v_2, v_4, v_5 болон v_9 байг. Хэрэв урьдчилсан нөхцөл 6-г хэрэглэхэд

$$v_2 + v_4 \geq \frac{v_5}{v_9}$$

гэсэн тэнцэтгэл биш биелнэ.

Леммүүд

Лемм 1. Үндсэн харьцаа v_1, v_2, \dots, v_9 -н хувьд

$$v_{10} = \frac{v_1}{v_3 v_4} \left(\frac{v_9}{v_5} \left(\frac{v_2 + v_7}{v_6} \right) - v_8 \right) - 1$$

гэсэн тэнцэтгэл биелнэ.

Лемм 2. Үндсэн харьцаа v_1, v_2, \dots, v_9 -н утгууд

$$v_1 = \frac{v_4 v_3}{\frac{v_2 + v_7}{v_6} - \frac{v_8 v_5}{v_9}}$$

гэсэн тэнцэтгэлээр илэрхийлэгдэнэ.

Лемм 3. v_5, v_9 -н хувьд

$$\frac{v_5}{v_9} = \frac{1}{1 + v_{10}}$$

байна.

Лемм 4. Бусад өр төлбөрийн x_6^L утга v_1, v_4, v_{10} өгөгдсөн байхад

$$x_6^L = 1 - \frac{v_4}{v_1} - \frac{v_{10}}{1 + v_{10}}$$

гэж олдоно.

Өөрийн хөрөнгийн хүрэлцээний бодлого

$$f = \frac{E}{RWA} = \frac{E}{L} \cdot \frac{L}{RWA} = kv_{10}$$

Энд

f – нь өөрийн хөрөнгийн хүрэлцээ,

L/RWA – нь пассив, эрсдэлээр жигнэсэн активын харьцаа

Лемм 1-г орлуулан эмхтгэхэд өөрийн хөрөнгийг
максималчлах зорилгын функц

$$f = k \frac{v_1 v_2 v_9 + v_1 v_7 v_9 - v_1 v_5 v_6 v_8 - v_3 v_4 v_5 v_6}{v_3 v_4 v_5 v_6} \rightarrow \max$$

Лемм 2-с хөрвөх чадварын харьцааны хязгаарлалтыг

$$g_1 = v_1 v_2 v_9 + v_1 v_7 v_9 - v_1 v_5 v_6 v_8 - v_3 v_4 v_5 v_6 = 0$$

лемм 3-с хөшүүргийн хязгаарлалтыг

$$g_2 = \frac{v_5}{v_9} - \frac{v_3 v_4 v_5 v_6}{v_1 v_2 v_9 + v_1 v_7 v_9 - v_1 v_5 v_6 v_8} = 0$$

мөрдлөгөө 4-с төлбөрийн чадвар болон зээлийн багцын
харьцааны хязгаарлалтыг

$$g_3 = v_2 + v_4 - \frac{v_5}{v_9} \geq 0$$

лемм 4-с нийт эх үүсвэрийн харьцааны хязгаарлалтыг

$$g_4 = -\frac{v_4}{v_1} + \frac{v_3 v_4 v_5 v_6}{v_1 v_2 v_9 + v_1 v_7 v_9 - v_1 v_5 v_6 v_8} \geq x_6^L$$

мөрдлөгөө 3-с пассивын харьцааны хязгаарлалтыг

$$g_5 = v_3 + v_8 + v_9 + \frac{v_1 v_2 v_9 + v_1 v_7 v_9 - v_1 v_5 v_6 v_8 - v_3 v_4 v_5 v_6}{v_3 v_4 v_5 v_6} - 1 \leq 0$$

мөрдлөгөө 2-с активын нийлмэл харьцааны хязгаарлалтыг

$$g_6 = v_2 + v_4 + v_7 \geq 1$$

тус тус тодорхойлж болно. Мөрдлөгөө 1-с хязгаарлалтын нөхцөлийг

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \\ v_6 \\ v_7 \\ v_8 \\ v_9 \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

гэж бичиж болно. Харин үзүүлэлт бүрийн дээд, доод зааглалтыг

$$\begin{aligned} \underline{v}_1 \leq v_1 \leq \bar{v}_1, \quad \underline{v}_2 \leq v_2 \leq \bar{v}_2, \quad \underline{v}_3 \leq v_3 \leq \bar{v}_3, \\ \underline{v}_4 \leq v_4 \leq \bar{v}_4, \quad \underline{v}_5 \leq v_5 \leq \bar{v}_5, \quad \underline{v}_6 \leq v_6 \leq \bar{v}_6, \\ \underline{v}_7 \leq v_7 \leq \bar{v}_7, \quad \underline{v}_8 \leq v_8 \leq \bar{v}_8, \quad \underline{v}_9 \leq v_9 \leq \bar{v}_9. \end{aligned}$$

гэж тэмдэглэвэл

$$\begin{aligned} \bar{v}_i &= E(v_i) + 0.15 \cdot \sigma(v_i) \\ \underline{v}_i &= E(v_i) - 0.15 \cdot \sigma(v_i) \end{aligned}$$

гэсэн томъёогоор тооцоолно. Энд $i = \overline{1,9}$, $E(v_i)$ нь v_i -н дундаж, $\sigma(v_i)$ нь v_i -н стандарт хазайлтыг илэрхийлнэ. Харин 0.15-г 2018 оны 12 сарын тоон дээр үндэслэн $v_4 + v_7 - v_2$ гэсэн томъёогоор тооцоолсон болно. Тус томъёо зээлийн багц нь бэлэн мөнгө, Монголбанкинд байршуулсан хөрөнгө, бусад БСБ-д байршуулсан хөрөнгө болон санхүүгийн хөрөнгө оруулалтыг 2 дахин авсан хэмжээнээс зөрөх зөрүүг илэрхийлнэ.

Тоон үр дүн

Загварт авч үзсэн урьдчилсан нөхцөл, лемм болон мөрдлөгөө бодит байдалд хэрхэн биелэгдэж байгааг 2004-2018 оны сар тутмын арилжааны банкны нэгдсэн тайлан дээр шалгаж, үзэхэд 58 болон түүнээс дээш хувийн биелэлттэй байна.

Тэнцэтгэл бишийн таамаглал	Хангагдсан	Хангагдаагүй	Биелэлт
$v_1 \geq v_4$	180	0	100%
$v_3 \geq v_8$	127	53	71%
$v_6 \geq v_2 + v_7$	180	0	100%
$v_9 \geq v_5$	180	0	100%
$v_8 \geq v_9$	147	33	82%
$v_4 \geq v_5$	180	0	100%
$v_3 \leq v_4$	104	76	58%
$v_2 \geq v_4 + v_7$	115	65	64%
$v_2 + v_4 + v_7 \geq 1$	120	60	67%
$v_3 + v_8 + v_9 + v_{10} \leq 1$	154	26	86%
$v_2 + v_4 \geq \frac{v_5}{v_9}$	140	40	78%
$v_1 v_2 v_9 + v_1 v_7 v_9 - v_1 v_5 v_6 v_8 - v_3 v_4 v_6 v_9 = 0$	180	0	100%
$\frac{v_5}{v_9} - \frac{v_3 v_4 v_5 v_6}{v_1 v_2 v_9 + v_1 v_7 v_9 - v_1 v_5 v_6 v_8} = 0$	180	0	100%
$x_6^L + \frac{v_4}{v_1} - \frac{v_3 v_4 v_5 v_6}{v_1 v_2 v_9 + v_1 v_7 v_9 - v_1 v_5 v_6 v_8} \leq 0$	180	0	100%

Бодлогын шийд

MATLAB-н тооцооллоос оновчтой шийдүүд

$$v_1^* = 0.444, v_2^* = 0.546, v_3^* = 0.3418,$$

$$v_4^* = 0.356, v_5^* = 0.1164, v_6^* = 1.3175,$$

$$v_7^* = 0.1292, v_8^* = 0.2984, v_9^* = 0.1398$$

гэж олдож байна. Эдгээр оновчтой шийдүүд дээрх зорилгын функц буюу өөрийн хөрөнгийн хүрэлцээний максимум утга

$$f = 0.185$$

гэж тогтоогдож байна.

Харьцаа	Дундаж	Стандарт хазайлт	Доод зааглалт	Дээд зааглалт
v_1	0.435	0.060	0.426	0.444
v_2	0.547	0.057	0.538	0.555
v_3	0.341	0.067	0.331	0.351
v_4	0.364	0.052	0.356	0.372
v_5	0.121	0.064	0.112	0.131
v_6	1.289	0.315	1.241	1.336
v_7	0.132	0.067	0.122	0.142
v_8	0.296	0.068	0.286	0.306
v_9	0.134	0.070	0.124	0.145

Эх сурвалж: Арилжааны банкны нэгдсэн тайлан 2004-2018

Шийдийн харьцуулалт

Харьцаа	2018	Бутархай программчлалын загвар	Зөрүү
v_1	0.4895	0.4440	-0.0455
v_2	0.4846	0.5460	0.0614
v_3	0.3584	0.3418	-0.0166
v_4	0.4277	0.3560	-0.0717
v_5	0.1125	0.1164	0.0039
v_6	1.2526	1.3175	0.0649
v_7	0.2117	0.1292	-0.0825
v_8	0.2693	0.2984	0.0291
v_9	0.1248	0.1397	0.0149

Оновчтой шийдүүд дээд, доод нийлсэн 18 зааглалтаас v_1 нь дээд зааглалтаас, v_4 нь доод зааглалтаас авч 16/18 буюу 89 хувийн бодит байдлыг төлөөлөх чадвартай шийд олдсон байна.

Жин	2018	Бутархай программчлалын загвар	Зөрүү
x_1^A	0.0168	0.0325	0.0157
x_2^A	0.1275	0.0830	-0.0445
x_3^A	0.0717	0.1113	0.0396
x_4^A	0.2117	0.1292	-0.0825
x_5^A	0.4846	0.5460	0.0614
x_6^A	0.0395	0.0499	0.0103
x_7^A	0.0481	0.0481	0.0000
x_1^L	0.1610	0.1618	0.0007
x_2^L	0.3131	0.2542	-0.0589
x_3^L	0.0817	0.0965	0.0148
x_4^L	0.1125	0.1164	0.0039
x_5^L	0.2054	0.1729	-0.0325
x_6^L	0.0276	0.0636	0.0360
x_7^L	0.0986	0.1346	0.0359

Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны ажлаар банкны салбарын өөрийн хөрөнгийн хүрэлцээг максималчлах бутархай программчлалын бодлогыг дэвшүүлсэн. Тус бодлого нь хөрвөх чадвар, хөшүүрэг, төлбөрийн чадвар ба зээлийн багц, нийт эх үүсвэр, нийт пассив болон активын нийлмэл харьцаанаас хамаарсан цогц хэлбэрээр томъёологдсон.

Бид бутархай программчлалын загвартай холбоотой тодорхой мөрдлөгөө болон леммүүдийг баталсан бөгөөд эдгээрийн шалгуур нөхцөлүүд 58 болон түүнээс дээш хувийн биелэлттэй байна.

Бутархай программчлалын загвараар актив, пассивын харьцааны үзүүлэлт талаас харахад эх үүсвэрийн тогтвортой байдал дээр бага анхаарал хандуулан хөрвөх чадварын харьцааг бууруулах замаар зээлийн багцыг өсгөх хэрэгтэй.

Эцэст нь загварын үр дүнд банкны салбарын максимум өөрийн хөрөнгийн хүрэлцээ 18.5 хувь гэж тогтоогдож байна. Энэхүү хэмжээнд хүрэхийн тулд одоогийн банкны салбарын өөрийн хөрөнгийн хэмжээг 1.2 их наяд төгрөгөөр нэмэгдүүлэх шаардлагатай байна.

Анхаарал хандуулсан та бүхэнд баярлалаа.