

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ КЛАСТЕРОМ КОМПЬЮТЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА «КАСКАДНОГО УСИЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТА»

Е.А.Шустов, В.И.Протасов, Н.И. Витиска,
e-mail: protonus@yandex.ru

Задача формирования инвестиционного портфеля [1] в практике проведения финансовых операций является чрезвычайно важной, поскольку выигрыш даже в несколько процентов при операциях с большими активами бывает значителен. Данная задача относится к классу NP-полных задач и ее решение требует больших вычислительных затрат. В [2] эта задача решалась с использованием метода коллективного принятия решений группой экспертов, согласовывающих свои решения посредством так называемого “генетического консилиума”, описанного там же и основанного на применении генетических алгоритмов. В работе был получен эффект усиления интеллекта группы экспертов по сравнению с интеллектом одиночных экспертов. Под термином “интеллект” в [2] подразумевалась способность эксперта наиболее близко подходить к решению задачи. В настоящей работе предпринята попытка исследовать эффект усиления интеллекта в компьютерной сети при использовании вместо эксперта кластера компьютеров, работающих по программам с использованием генетических алгоритмов. Предполагалось, что использование кластера компьютеров может привести к эффекту “каскадного усиления интеллекта”.

Схема эксперимента, следовательно, выглядела так. Вначале на решение нашей оптимизационной задачи программируется одиночный компьютер. Задача для него трудна, и за приемлемое время он решить ее, даже в квазиоптимальном смысле, не в состоянии. Но, работая по генетическому алгоритму и стартуя, исходя из случайной первоначальной популяции, он достигает некоего определенного локального оптимума. Второй компьютер, стартуя с другого набора решений, достигает оптимума в другой точке многофакторного пространства. При одновременной и параллельной работе P компьютеров будет получено $Z \leq P$ таких локальных оптимумов (некоторые из достигнутых оптимумов могут совпадать). Мы можем дать этот набор решений компьютеру-серверу в качестве стартового и он, работая с улучшенной популяцией решений выдаст еще более глубокий локальный оптимум. За это время P компьютеров наработают следующую партию улучшенных решений, стартуя из разных точек многофакторного пространства, и снова передадут их серверу. За время P таких циклов сервер наработает популяцию из $K < P$ элитных особей и за время еще одного цикла вырастит из нее суперэлитную особь (следовательно, всего потребуется времени $P+1$ цикл). Иными словами, можно предположить, что может быть осуществлено двуступенчатое «усиление» интеллекта.

Задача формирования инвестиционного портфеля в своей простейшей постановке выглядит следующим образом [1].

Пусть имеется N банков с разными процентными ставками на вкладываемый капитал, располагаемая сумма денег S и располагаемый срок вложения этой суммы M . Необходимо размещать сумму S на ограниченное время в разные банки таким образом, чтобы, перекладывая увеличенную сумму

вклада из банка в банк, по истечении срока М получить наибольшую прибыль.

Для каждого банка имеем таблицы процентных ставок:

Для 1-го банка: ... Для i-го банка: ... Для N-го банка: (1)

$\begin{array}{c ccc} x_1^1 & x_2^1 & \mathbf{K} & x_i^1 & \mathbf{K} & x_k^1 \\ \hline y_1^1 & a_{11}^1 & a_{12}^1 & \mathbf{K} & a_{1i}^1 & \mathbf{K} & a_{1k}^1 \\ y_2^1 & a_{21}^1 & a_{22}^1 & \mathbf{K} & a_{2i}^1 & \mathbf{K} & a_{2k}^1 \\ \mathbf{L} & & & \mathbf{L} & & & \\ y_j^1 & a_{j1}^1 & a_{j2}^1 & \mathbf{K} & a_{ji}^1 & \mathbf{K} & a_{jk}^1 \\ \mathbf{L} & & & \mathbf{L} & & & \\ y_m^1 & a_{m1}^1 & a_{m2}^1 & \mathbf{K} & a_{mi}^1 & \mathbf{K} & a_{mk}^1 \end{array}$	$\begin{array}{c ccc} x_1^i & x_2^i & \mathbf{K} & x_i^i & \mathbf{K} & x_k^i \\ \hline y_1^i & a_{11}^i & a_{12}^i & \mathbf{K} & a_{1i}^i & \mathbf{K} & a_{1k}^i \\ y_2^i & a_{21}^i & a_{22}^i & \mathbf{K} & a_{2i}^i & \mathbf{K} & a_{2k}^i \\ \mathbf{L} & & & \mathbf{L} & & & \\ y_j^i & a_{j1}^i & a_{j2}^i & \mathbf{K} & a_{ji}^i & \mathbf{K} & a_{jk}^i \\ \mathbf{L} & & & \mathbf{L} & & & \\ y_m^i & a_{m1}^i & a_{m2}^i & \mathbf{K} & a_{mi}^i & \mathbf{K} & a_{mk}^i \end{array}$	$\begin{array}{c ccc} x_1^n & x_2^n & \mathbf{K} & x_i^n & \mathbf{K} & x_k^n \\ \hline y_1^n & a_{11}^n & a_{12}^n & \mathbf{K} & a_{1i}^n & \mathbf{K} & a_{1k}^n \\ y_2^n & a_{21}^n & a_{22}^n & \mathbf{K} & a_{2i}^n & \mathbf{K} & a_{2k}^n \\ \mathbf{L} & & & \mathbf{L} & & & \\ y_j^n & a_{j1}^n & a_{j2}^n & \mathbf{K} & a_{ji}^n & \mathbf{K} & a_{jk}^n \\ \mathbf{L} & & & \mathbf{L} & & & \\ y_m^n & a_{m1}^n & a_{m2}^n & \mathbf{K} & a_{mi}^n & \mathbf{K} & a_{mk}^n \end{array}$
---	---	---

где a_{ji}^i - процентные ставки, y_j^i - сроки вложения, x_i^i - суммы вложения, а именно: при вложении x_i^i суммы на срок y_j^i в i-ый банк будет получено a_{ji}^i процентов годовых.

Если вкладываемая сумма S находится в интервале от x_i^i до x_{i+1}^i , то процентные ставки берутся из i-го столбца.

Представление задачи в виде, приемлемом для ее решения с помощью генетических алгоритмов может быть реализовано в следующей форме.

Ген – набор основных параметров для решения задачи, влияющих на максимизацию будущей прибыли, образован в виде строки, состоящей из 2-х чисел:

Номер банка (1...N)	Срок вложения (y)
---------------------	---------------------

Хромосома особи – должна иметь вид решения задачи и является набором N генов.

Таблица 1

Хромосома особи

	Номер банка	Срок вложения
1	{ 1...N }	$y_j^i, j \in [1, m], i \in [1, n]$
2	{ 1...N }	$y_j^i, j \in [1, m], i \in [1, n]$
...	{ 1...N }	$y_j^i, j \in [1, m], i \in [1, n]$
N	{ 1...N }	$y_j^i, j \in [1, m], i \in [1, n]$

Отметим, что в нашем случае хромосомы могут иметь разную длину, т.к. в каждой из них сумма сроков вложения во всех генах должна быть равна М, поэтому количество генов в хромосомах будет различным.

Из случайно сформированных хромосом образуется популяция – набор возможных решений задачи или особей.

Примечание. Т.к. хромосомы имеют различную длину, то сумма сроков вложения в хромосомах после скрещивания может быть больше (меньше) срока М. Поэтому необходима корректировка хромосом после скрещивания. Будем производить ее таким образом: Если сумма сроков вложения Q в хромосоме-

потомке больше (меньше) срока M , то в последнем гене N от срока вложения отнимем (прибавим) разность $|Q-M|$. Число, полученное при этом, должно быть меньше либо равно максимального срока вложения y_m банка, который содержится в последнем гене N . Если это число больше, то отнять разность $|Q-M|$ еще раз.

Целевая функция задачи, прибыль, рассчитывается по формуле

$$S = \sum_{h=1}^N S_h, \text{ где } S_h = S \cdot c_{ji}^i - \text{сумма, на которую будет увеличена вкладываемая}$$

сумма S в результате вложения в i -ый банк на срок y_j^i , $c_{ji}^i = \frac{a_{ji}^i \cdot y_j^i}{12}$ - процент,

который будет получен при вложении суммы S на y_j^i срок в i -ый банк.

Для проверки эффективности генетического консилиума, устроенного в виде совместной работы группы 10 компьютеров и одного сервера по схеме, представленной выше, была взята следующая задача:

Имелось 6 банков, в каждом из которых предлагается 5 возможных сроков вложения y_j^i , где $j \in [1,5], i \in [1,5]$ и 4 варианта возможных сумм вложения x_i^i , где $i \in [1,4]$. Вкладываемая сумма S была равна \$400, а располагаемый срок вложения был равен 60 месяцам. Процентные ставки банков представлены в сводной таблице:

Таблица 2

Сводная таблица процентных ставок 6-ти банков по вкладам

Банк 1	Сумма вклада				Банк 2	Сумма вклада			
Срок, мес	200 – 399	400 – 599	600 – 799	800 – 10000	Срок,мес.	100 – 199	200 – 399	400 – 599	600 – 10000
1	4	10	12	16	1	8.5	10.9	11.6	12.8
2	8.5	11.5	18.5	20	2	10	11.8	12.9	14.4
4	16.5	17.5	20.5	25	3	15.7	13.8	14.9	19.9
12	17.5	19	25	28.5	6	20.3	22.4	23.9	25.8
30	18.5	20	28	30	30	22.4	24.5	25.6	26.4
Банк 3	Сумма вклада				Банк 4	Сумма вклада			
Срок, мес	100 – 199	200 – 799	800 – 999	1000 – 20000	Срок,мес.	200 – 399	400 – 599	600 – 799	800 – 20000
1	6.5	8	9.9	9.8	1	8	10	11	12
3	8.5	10.9	15.1	17.6	2	9.5	11.3	12.5	14.1
4	15.4	16.7	18.6	19.5	4	15.3	13	14.5	19.7
12	20.6	23.9	25.2	25.9	6	20	22	23.3	25.2
30	23.5	25.6	27.2	28.4	30	22	24	25	26
Банк 5	Сумма вклада				Банк 6	Сумма вклада			
Срок, мес	100 – 199	200 – 399	400 – 799	800 – 10000	Срок,мес.	100 – 399	400 – 799	800 – 999	1000 – 20000
1	6	7	9	10	1	4	5	6	10
6	8	10.5	15	17.1	3	6	8	10	12
8	15.2	16.2	18.3	19.3	6	14	15	16	18
12	21	23.6	25.7	26	18	18	20	21	22
30	24	25	27	28	30	22	24	26	28

Компьютеры-клиенты на каждом цикле расчетов генерировали по 200 особей исходных популяций. В среднем за 40-60 итераций они в результате генетических расчетов находили по одной улучшенной особи. В конце цикла десять улучшенных особей подавались на вход генетического алгоритма компьютера-сервера и он находил элитную особь. За десять таких циклов, накопив 10 элитных особей, компьютер-сервер из них генетическим алгоритмом выращивал суперэлитную особь. Хромосома суперэлитной особи имеет вид:

Таблица 3

Суперэлитная особь							
Банк	2	2	5	2	1	1	3
Срок вложения	1	6	8	8	12	12	12+1

Согласно расчету по сводной таблице процентных ставок чистая прибыль при такой программе вложений составила за 60 месяцев $\$1610 - \$400 = \$1210$

График сходимость процессов итераций приведен на рис. 1 Величины конечной суммы для исходных популяций усреднялись по 2000 особям, (по 200 особей в 10 компьютерах), для улучшенных особей – по 10, элитные особи представлены все.

S, \$

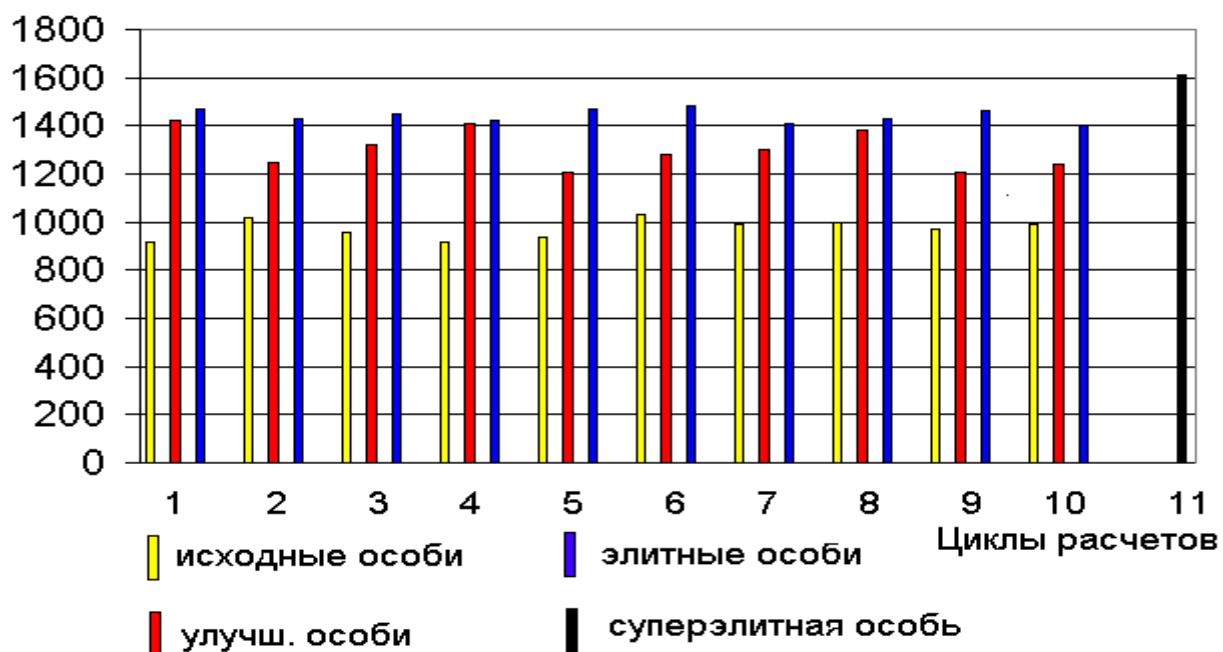


Рис. 1. Результаты работы генетического консилиума с двухступенчатым усилителем интеллекта

Проведенные эксперименты позволили сделать вывод о том, что предложенная в настоящей работе схема использования кластера компьютеров, работающих по генетическим процедурам, позволяет усиливать интеллект, когда в качестве интеллектуальных агентов выступают не только люди, но и носители «электронного интеллекта». Этот факт говорит об универсальности предложенной и испытанной схемы усиления интеллекта.

1. Бахвалов Л.А., Копелев М.Л. Генетические алгоритмы и планирование финансовой деятельности // Журнал «Банковские технологии» №1 1999.

2. Протасов В.И., Шустов Е.В. Применение метода генетического консилиума в системе экономического образования на примере задачи формирования инвестиционного портфеля. Материалы международной научно- практической конференции «Проблемы образования студентов гуманитарных вузов в свете развития современных информационных технологий». Таганрог, 2001.С. 34-35