

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ КОХОНЕНА ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КОМПАНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ АКТИВАМИ

ПУТЯТИНА А.Е.

Рассматривается подход применения нейронных сетей для кластеризации множества компаний по управлению активами. Сеть Кохонена дала эффективный результат, который может применяться учредителями пенсионных фондов для выбора компании по управлению активами.

1. Введение

В связи с введением в Украине трехуровневой пенсионной системы негосударственные пенсионные фонды (НПФ) стали бурно развиваться. Теоретические основы управления ими рассмотрены в работах [1,2]. Однако не менее важной является проблема автоматизации выбора компании по управлению активами (КУА).

Вопрос о выборе администратора и компании по управлению активами [3] на сегодняшний день является ключевым для многих предприятий, намеревающихся поучаствовать в создании негосударственных пенсионных фондов. Опыта практической работы на этом рынке в Украине ни у кого нет, поскольку этот бизнес как таковой в стране еще не существует, а только развивается. КУА осуществляет инвестирование внесенных средств в негосударственные пенсионные фонды. Эта компания обладает следующими полномочиями: управление пенсионными активами и их инвестирование; отчет перед советом пенсионного фонда о структуре и ликвидности активов; представление совету фонда предложений и корректив относительно внесения изменений в направления инвестиционной политики; инвестирование резерва средств для покрытия дефицита бюджета фонда.

От деятельности КУА зависит очень многое, прежде всего сохранность пенсионных активов и инвестиционный доход. На сегодняшний день в Украине существует порядка двух сотен компаний по управлению активами. Одни пришли на наш рынок с Запада и принесли с собой иностранный опыт, другие были основаны украинскими учредителями. Кому же доверить взносы участников? Какую компанию выбрать? Целью исследования является оптимизация выбора компании по управлению активами для приумножения денежных взносов участников фонда. Задача исследования – создание информационной модели, позволяющей анализировать свойства и показатели компаний по управлению активами и классифицировать их по сегментам.

2. Автоматизированные системы управления негосударственными пенсионными фондами

Автоматизированные системы управления (АСУ) негосударственными пенсионными фондами [3] - это

системы, предназначенные для автоматизации процессов деятельности администратора негосударственных пенсионных фондов. На данный момент в Украине существует небольшое количество систем, прошедших проверку Комиссии Госфинуслуг. Подобные системы осуществляют персонифицированный учет и выполняют следующие функции: учет субъектов негосударственного пенсионного обеспечения (фонды, учредители, члены Совета, компании по управлению активами, хранители, агенты, вкладчики, участники и пр.); учет документов негосударственного пенсионного обеспечения (пенсионные контракты, ведомости персонификации, платежные ведомости, банковские выписки и платежи, заявления и договора на выплату пенсии и перевод денег и пр.); ведение индивидуальных пенсионных счетов; распределение пенсионных взносов, инвестиционной прибыли и административных затрат по индивидуальным пенсионным счетам участников; расчет и выдача пенсий по заявлениям на одноразовую пенсию и по договорам на выплату пенсии на определенный срок (налогообложение выплат физическим лицам осуществляется согласно украинскому законодательству); мониторинг пенсионных взносов и пенсионных выплат; учет и распределение инвестиционной прибыли (убытка) в зависимости от инвестиционного портфеля; учет пенсионных выплат; учет документооборота. Примером таких АСУ могут служить следующие системы: система персонифицированного учета «Атлас-СПО», которая была внедрена в «Администратор пенсионных фондов «Украина-Сервис» в 2005 году; автоматизированная система «Аргус-НПФ», предназначенная для ведения персонифицированного учета в негосударственных пенсионных фондах и обеспечения деятельности по их администрированию.

Однако ни одна из существующих систем управления не выполняет функции поддержки и принятия решений (классификация, планирование, оптимизация). В данной статье предлагается разработать подход, основанный на применении нейронных сетей, который может быть интегрирован в систему управления администратором негосударственных пенсионных фондов и может использоваться для кластеризации компаний по управлению активами.

3. Методы кластеризации КУА

При создании негосударственного пенсионного фонда одной из задач, которую необходимо решить учредителям, является выбор компании по управлению активами. Необходимо разбить имеющееся множество компаний по управлению активами на классы - «надежные» и «ненадежные», т.е. способные прибыльно инвестировать пенсионные взносы участников фонда и неспособные. В то же время «надежные» компании могут подвергаться более «тонкой» кластеризации, основанной на анализе других признаков. Имеется достаточно большое количество разнообразной информации о компаниях по управлению активами: срок существования компании, количество уп-

руляемых инвестиционных и пенсионных фондов, совокупная стоимость чистых активов управляемых фондов, размер собственного капитала компании по управлению активами, наличие опыта работы на мировом рынке, средняя доходность управляемых фондов за последний месяц и так далее. Поэтому пенсионным фондам бывает порой очень сложно правильно выбрать компанию по управлению активами. Чаще всего в нашей стране подобные решения принимаются интуитивно. Чтобы принимать решение на основе формализованных критериев, необходимо построить информационную модель, которая позволит на основе имеющихся характеристик кластеризовать компании.

Существует большое количество различных методов кластеризации. Все более популярными становятся системы искусственного интеллекта [4]. Их основные преимущества следующие: возможность обучения, гибкая адаптация, возможность работы с неполной или нечеткой информацией, умение объяснять полученные решения, способность извлекать новые знания из первичных данных и др.

Экспертные методы и модели [5], например метод «Дельфи» часто используются при решении сложных проблемных ситуаций, когда неполнота и недостоверность информации не позволяют применять математические и информационные модели. Эксперты проводят интуитивно-логический анализ исследуемой ситуации с количественными или порядковыми оценками процессов или явлений и формальной обработкой результатов экспертизы. Методы экспертных оценок можно использовать и для кластеризации.

Для кластеризации также применяются методы нечеткой логики [6]. Этот подход используется для формализации качественных знаний и понятий, выраженных на естественном языке. Методы, основанные на нечеткой логике, обладают лучшей адаптируемостью к условиям реального мира и более доступны специалистам, которые при решении задач оперируют качественными понятиями. Преимущество такого подхода - возможность работы с нечеткими критериями и неполными данными, часто встречающимися в задачах в финансовой сфере. Нечеткая логика применяется при оценке рисков, прогнозировании рынков на краткосрочном интервале, в биржевых спекуляциях и т.д.

К традиционным методам кластеризации относятся методы регрессии [7], в частности линейная и логистическая регрессии. Недостатком линейной регрессионной модели является отсутствие ограничений на зависимую переменную, поэтому полученные результаты могут быть неправдоподобны для первоначальной задачи. Логистическая регрессия устраняет этот недостаток. Она является полезным классическим инструментом для решения задачи регрессии и классификации. В последние годы логистическая регрессия получила распространение в скоринге для расчета рейтинга заемщиков и управления кредитными риска-

ми. Она также применима для управления инвестиционными рисками.

Деревья решений [4] – один из методов автоматического анализа данных, успешно применяемый для решения задач кластеризации. Среди преимуществ деревьев решений можно выделить следующие: быстрый процесс обучения, интуитивно понятная кластеризационная модель на естественном языке и высокая точность алгоритма. Деревья решений – это способ представления правил в иерархической, последовательной структуре, где каждому объекту соответствует единственный узел, дающий решение. Они могут успешно применяться для оценки риска, в задачах кредитования и оценки инвестиционных рисков.

Однако все эти методы имеют ряд недостатков. Методы экспертных оценок сильно зависят от субъективного суждения экспертов. Из практических соображений в данной задаче вложенные и пересекающиеся кластеры не рассматриваются, поэтому методы нечеткой логики не приемлемы. Методы регрессии предполагают наличие предварительных знаний о характере математической модели, что нереально. Ограничиваются как правило линейными моделями, что понижает достоверность. Деревья решений требуют много дополнительной информации, такой как вероятности принадлежности объектов к определенным кластерам.

4. Использование нейронной сети для кластеризации

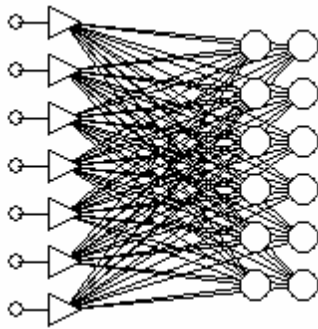
Нейронные сети [8] широко применяются в тех областях финансового и инвестиционного менеджмента, где требуется получение оценок и прогнозов, связанных с обработкой больших объемов информации, и принятие решений в минимально короткие интервалы времени (спекулятивные операции на фондовых рынках, краткосрочное прогнозирование курсов, технический анализ и т.д.). К достоинствам нейронных сетей относятся: возможность моделирования и прогнозирования нелинейных процессов, способность работать с зашумленными данными, быстрое обучение и гибкость адаптации к изменениям внешней среды.

Для разбиения компаний по управлению активами на кластеры будем использовать сети Кохонена [4,7]. Они также могут применяться для решения таких задач, как моделирование, прогнозирование, поиск закономерностей в больших массивах данных, выявление наборов независимых признаков и сжатие информации.

Наиболее распространенное применение сетей Кохонена - решение задачи классификации без учителя, т.е. кластеризации.

Обучающее множество состоит лишь из значений входных переменных, в процессе обучения нет сопоставления результатов с эталонными значениями.

Для данной задачи была выбрана сеть с семью входными нейронами и двенадцатью выходными. Структура сети показана на рисунке.



Сеть Кохонена

5. Результаты эксперимента

В табл. 1 приведена в качестве обучающей выборки информация о двадцати двух компаниях по управлению активами, предоставленная на сайтах.

В результате работы нейронной сети было получено разбиение обучающего множества компаний по управлению активами на шесть кластеров.

Полученные результаты дают возможность управляющему пенсионным или инвестиционным фондом правильно выбрать компанию по управлению активами. Для определения степени рискованности компаний из определенного класса этому классу можно присвоить функцию полезности, показывающую связь между доходностью и риском; или воспользоваться эмпирическими знаниями эксперта, т.е. если эксперт знает, что одна компания по управлению активами ненадежна, то и компании, вошедшие в один класс с ней, схожи и тоже ненадежны.

В первый кластер вошли компании по управлению активами, которые были совсем недавно основаны, имеют не больше одного фонда в управлении и нулевую доходность. Третий кластер объединил компании, не имеющие опыта работы на западном рынке, недавно организованные, с небольшими финансовыми результатами. Пятый кластер включает иностран-

Таблица 1

Название КУА	Срок сущ., годы	Кол-во упр. фондов	Совокупная СЧА, грн	Размер собств. кап. КУА, грн	Опыт работы на зап. рынке	Ср. доходность, %	Ср. вознаграждение КУА, %
Bonum Group LLC	1.5	2	1443885.26	800000	да	7	3.25
Foyil Asset Management Ukraine	5	3	15 417 004.68	1567000	да	3	2.6
Parex Asset Management Ukraine	7	18	850934094.87	1200000	да	6.4	3
SEB Asset Management Ukraine	1.2	2	6268159.45	500000	да	7.6	2
VAB Пенсия	6.5	4	110567450	7000000	нет	3	1.5
Автоальянс-XXI век	2	3	4052974.07	5000000	да	5.93	5
Академия Инвестментс	8	10	29052136.08	3000000	да	5	3.5
Аккорд Инвест	1.5	0	0	200 000	нет	0	0
Альтера Эссет Менеджмент	3.5	6	326783666.19	4160000	нет	1.87	2.5
Альтус эссет активитис	3	6	92993302.99	6784000	нет	5	3.5
Амадеус	2	2	25165937.37	598504	нет	7.29	3.25
Аола	1	3	7198.10	700870	нет	0	0
АРТ-Капитал Менеджмент	8.5	6	166000923.73	660000	нет	12.5	3
Астарта-Инвест	0.7	1	0	200000	нет	0	0
Бизес-Инвест	0.5	1	0	200000	нет	0	0
Бизнесинвестресурс	0.5	0	0	200000	нет	0	0
ВИНКО	7	6	360176510.81	1000000	нет	7	3.5
Витал-Инвест	0.5	1	0	200000	нет	0	0
Всеукраинская управляющая компания	1.5	4	9919993.32	1400560	нет	3	4
Галицкие инвестиции	1	1	1177742.84	200000	нет	0.36	1
Гранд Инвест	2.5	2	8214787.31	976500	да	0.1	1
Драгон Эссет Менеджмент	1.1	3	12706254.51	1300000	да	3.75	0.5

Таблица 2

Номер кластера	Компании по управлению активами
1	Аккорд Инвест, Аола, Астарта-Инвест, Бизнес-Инвест, Бизнесинвестресурс, Витал-Инвест, Галицкие инвестиции
2	-
3	Амадеус, Всеукраинская управляющая компания
4	-
5	Bonum Group LLC, SEB Asset Management Ukraine, Автоальянс-XXI век, Гранд Инвест, Драгон Эссет Менеджмент
6	-
7	Foyil Asset Management Ukraine, Академия Инвестментс
8	-
9	Parex Asset Management Ukraine
10	-
11	VAB Пенсия, Альтера Эссет Менеджмент, Альтус эссет активитис, АРТ-Капитал Менеджмент, ВИНКО
12	-

ные компании, которые украинский филиал организовали недавно. Они имеют достаточный уровень роста доходности, совокупную стоимость чистых активов управляемых фондов от одного до двенадцати милли-

онов гривен. В седьмой кластер вошли компании, имеющие опыт работы на мировом рынке, срок существования которых в Украине достаточно большой и, соответственно, накопленный опыт велик, которые

Таблица 3

Название КУА	Срок сущ., годы	Кол-во упр. фондов	Совокупная СЧА, грн	Размер собств. кап. КУА, грн	Опыт работы на зап. рынке	Ср. доходность, %	Ср. вознаграждение КУА, %
Джи Пи Ай-Инвест	6	3	18214787.31	2735831	да	3.7	2
Инвест-Стратегия	1.3	0	0	200000	нет	0	0
ИНЕКО-Инвест	3.5	4	9133796.96	1495670	нет	2.3	4
Иновационно-промышленная компания	2	0	0	200000	нет	0	0
ИСФП Менеджмент	3.2	3	47696688.94	3765238	нет	1.35	3.5
Капитал Групп	1.5	2	1413924.73	459631	да	2.02	2.75
КИНТО	15.5	13	697514165.99	7432948	да	5.85	3.75
КУБ	1.8	0	0	200000	нет	0	0
Миллениум Эссет Менеджмент	5.7	2	8792775.48	1758000	да	1.3	3
Содружество Эссет Менеджмент	3.6	8	9736009.55	2000000	нет	11.52	1.5
Сократ	4.7	4	63713985.70	1378589	нет	5.29	3.5
Украинская инновационно-инвестиционная компания развития	3.7	2	4345980.71	1274583	нет	1	2
Эссетс Девелопмент Кэпитал	9	7	315967550.00	7390572	да	4	3
Эффект	1.8	5	5541641.91	2401330	нет	5.71	3.5
Энерго-Инвест	2.3	3	11757673.99	395670	нет	5.2	2

Таблица 4

Номер кластера	Компании по управлению активами
1	Инвест Стратегия, Инновационно-промышленная компания, КУБ
2	-
3	ИНЕКО-Инвест, Украинская инновационно-инвестиционная компания развития, Эффект
4	-
5	Капитал Груп,
6	-
7	Джи Пи Ай-Инвест, Миллениум Эссет Менеджмент
8	-
9	КИНТО, Эссетс Девелопмент Кэпитал
10	-
11	ИСФП Менеджмент, Содружество Эссет Менеджмент, Сократ, Энерго-Инвест
12	-

имеют до десяти управляемых фондов и высокий уровень доходности. К девятому кластеру принадлежат компании по управлению активами иностранного происхождения, чьи финансовые результаты значительно превосходят все рассмотренные. К последнему, одиннадцатому, кластеру относятся компании украинского происхождения, но имеющие достаточный опыт, совокупную стоимость чистых активов управляемых фондов более ста миллионов гривен. Результаты обучения нейронной сети приведены в табл. 2.

Проверочная выборка и результаты работы сети приведены в табл. 3 и 4.

Эксперимент на проверочной выборке показал, что компании по управлению активами, работающие на украинском рынке, действительно можно разбить на шесть кластеров, причем по своему описанию кластеры являются устойчивыми.

6. Заключение

Негосударственные пенсионные фонды в Украине начали активно развивать свою деятельность с введением новой трехуровневой пенсионной системы. Прошло всего четыре года, а этот бизнес уже развивается бурными темпами и достиг некоторых результатов. Для того чтобы повысить уровень доверия населения к негосударственным пенсионным фондам, необходимо разумно и тщательно выбирать компанию по управлению активами, которая была бы в состоянии приумножить вклады участников. С каждым годом на рынке появляется большое количество компаний по управлению активами, как украинских, так и пришедших с западного рынка.

В статье предложено использовать сети Кохонена, для того чтобы эффективно кластеризовать компании по управлению активами, имея в наличии большое количество разнородных характеристик о них.

Таким образом, примененная к кластеризации компаний по управлению активами нейронная сеть показала эффективную работу.

Литература: 1. *Hull John C.* Options, Futures, and other Derivative Securities, Prentice-Hall International, Inc., 1993. 492 p. 2. *Putyatina Oleksandra.* Designing an Information System for Pension Fund Management // Proceedings of the 9th International Conference CADSM 2007, Lviv-Polyana, Ukraine. P. 404-405. 3. *Юровский Б.* Пенсии государственные и негосударственные: на что можно рассчитывать. – Харьков: Центр «Консульт», 2005. 248 с. 4. *Романов В.П.* Интеллектуальные информационные системы в экономике. М.: Экзамен, 2003. 496 с. 5. *Балабанов И.* Инновационный менеджмент. Краткий курс. Издательство: Питер. 2000. 208 с. 6. *Усков А.А., Круглов В.В.* Интеллектуальные системы управления на основе методов нечеткой логики. Смоленск: Смоленская городская типография, 2003. 177 с. 7. *Норман Дрейпер, Гарри Смит.* Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия. 3-е издание. М.: Диалектика, 2007. 912 с. 8. *Бодянский Е.В., Руденко О.Г.* Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применение. Харьков: ТЕЛЕТЕХ, 2004. 372 с.

Поступила в редколлегию 12.09.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Тевяшев А.Д.

Путятинна Александра Евгеньевна, аспирантка кафедры информатики ХНУРЭ. Научные интересы: финансовая математика, экономика, математическое моделирование, информационные системы. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел.: 8 057 7021419.