

**Успешная Торговля,
Используя
Искусственный
Интеллект.**

Стив Вард и Марж Шеральд.

**«Позвольте своим системам выучить
необъятность времени и опыта.»**



Содержание

Введение

Успешная Торговля с ИИ: Факт или Фикция?

Торговые Правила против Нейронных Сетей

Оптимизация

Традиционные правила пересечения

Оптимизация Торговых Правил

Оптимизация с Оценкой

Оптимизация с Бумажной Торговлей

Предсказания

Неоптимизированное Предсказание на Форекс

Неоптимизированное Предсказание на Акциях

Оптимальные Пороги для Предсказания

Оптимальные Предсказания Базированные на Бумажной Торговле

Оптимальные Предсказания Базированные на Многочисленных Акциях

Выбор Входов

Портфельное Управление

Обзор Портфельного Управления

Портфельное Управление: Длинные/Короткие позиции

Хеджированные Портфели

Экспертная Панель

Комбинированные Гибридные Сети для Е-мини

Интрадей-Торговля – Модели для определенного времени

Приложение А

Как работают Генетические Алгоритмы

Приложение Б

Как работают Нейронные Сети

Как происходит их обучение?

Структура Сети

Об Авторах

Ссылки

Индекс

Введение

За 20 лет компания Вард специально разработала торговые методики для НСДТ и Нейрошелл 2. Однако, эти методики могут быть применены в любой торговой программе, которая включает в себя генетический оптимизатор(сокр. ГА) и нейронную сеть(сокр. НС).

Успешная Торговля с ИИ: Факт или Фикция?

Кроме МинОбороны США, финансовая индустрия инвестировала больше денег в разработку сетей, чем любая другая индустрия или гос. орган. Оправдались ли эти инвестиции?

Конец 80-х и начало 90-ч было временем многочисленных упреков, что технология была пустым делом. Многие трейдеры, которые продолжили использовать эту технологию не объявляли о ней в своих презентациях, предпочитая называть это «методиками статистического моделирования». Другие трейдеры публично говорили об успехе ИИ в их торговле. К примеру, Стандарт Пурс использует нейросистему справедливой оценки стоимости для рэнкинга акций и строительства портфелей. Эта система используется 77000 подписчиков в мире, брокерами, финансистами, казначеями и т.д.

Настойчивость, аналитическое мышление и желание экспериментировать объединяют трейдеров в строительстве нейромоделей. Нет модели, которая могла бы постоянно приносить прибыль, но есть модели которые позволяют улучшить показатели доходности и выигрышности трейдера. Эта книга позволит найти себя в мире нейросистем.

Торговые Правила против Нейронных Сетей

Когда вы начинаете строить торговую модель, вы можете выбрать между торговыми правилами(сокр. ТС) или НС. В случае если вы имеете представление о правилах построения ТС, вы можете вставить их в ГА для поиска наилучших параметров. В случае если вы считаете, что группа индикаторов каким либо образом отражают изменение цены, но не имеете представления о правилах построения ТС с их использованием рационально использование этих индикаторов в НС для предсказаний.

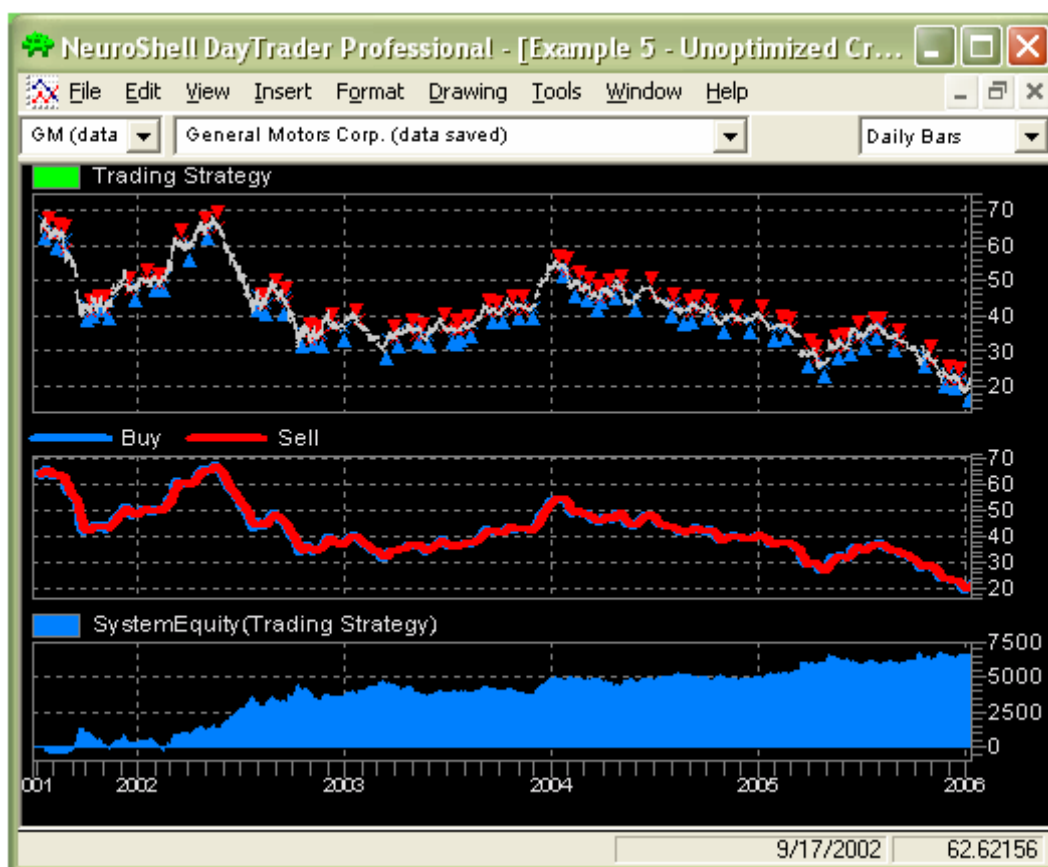
Оптимизация

Традиционные правила пересечения

Традиционные модели построены с использованием правил покупок/продаж. Начнем с простого примера, пересечение плавающих средних (МА) без оптимизации. В случае если быстрая МА пересекает вниз медленную МА, начинается нисходящий тренд, в случае пересечения вверх, начинается повышающий тренд.

Акция Джeneral Моторс падала с начала 2002, однако система по пересечению МА показала прибыль на нисходящем тренде, также как и на коротких трендах вверх. Системы, построенные на пересечениях МА не всегда быстро реагируют на начало нового тренда в нужный момент, но если тренд остается хоть на немного, система может быть прибыльной. Тысячи компаний продают системы не сложнее этой за тысячи долларов. На Рис. 1 мы использовали МА 5 дней и 10 дневную МА назвав короткую красную Покупка и длинную синюю Продажа. В случае если один цвет становится выше другого, происходит изменение позиции.

Рис.1: традиционные правила торговли. Эта стратегия использует пересечение МА 5 и 10 дней для создания сигналов на покупку/продажу.



На графике Рис.1 видны сигналы, синие треугольники на покупку и красные на продажу после окончания торгового бара. На открытие следующего бара виден крестик : исполнение сделки. Торговая стратегия построила переворотную систему. Когда вы выходите из позиции покупки вы одновременно входите в позицию продажи и наоборот.

Переворотные системы – Вы можете совершать перевороты на падающем рынке даже с правилом повышающего тика. Допустим у вас позиция в 100 акций, когда вы стоите в покупке, вы покупаете 200 акций и продаете 100. Что дает вам нетто покупку 100 акций. Когда вы хотите продать, вы продаете 200 акций, что представляет собой нетто продажу в 100 акций. Когда вы снова хотите купить, вы покупаете 100 акций и т.д.

Оптимизация Торговых Правил

Переворотные системы могут быть значительно улучшены при помощи ГА. По сравнению с обычными оптимизаторами ГА значительно быстрее при работе с большим количеством параметров. Га является селективным алгоритмом поиска возможных решений, и часто сокращает время подбора параметров. Более детально ознакомиться с ГА вы можете в приложении А.

Используя НСДТ Про можно посмотреть какие параметры лучше подходят для МА.

Когда вы оптимизируете, вы должны корректно выбрать оптимизационные интервалы для параметров каждого входа. ГА оставит параметры в заданном интервале. На Рис.2, мы захотели убедиться в том, что периоды МА будут оптимизированы на одинаковые значения для покупки и продажи. Другими словами, мы не хотим, чтобы правилом покупки могло быть пересечение МА 3 и 10, а правилом продажи пересечение 6 и 12. Это различается с понятием симметричности. Для создания симметричности каждому интервалу мы присвоили имя для правила покупки, которое мы использовали для правила продажи. Интервал оптимизации был принят от 2 до 20 на Рис. 3.

ГА тестирует значения путем расчета точности или целевой функции. Строя Торговую систему, целевая функция может быть целью "maximize return on account" либо "maximize #winners - #losers". Другие возможности: maximize net profit, maximize return on account times equity curve correction, minimize max drawdown, maximize average bar profit, maximize the ratio of gross profit/loss, maximize the Sharpe Ratio by trade, и т.п.

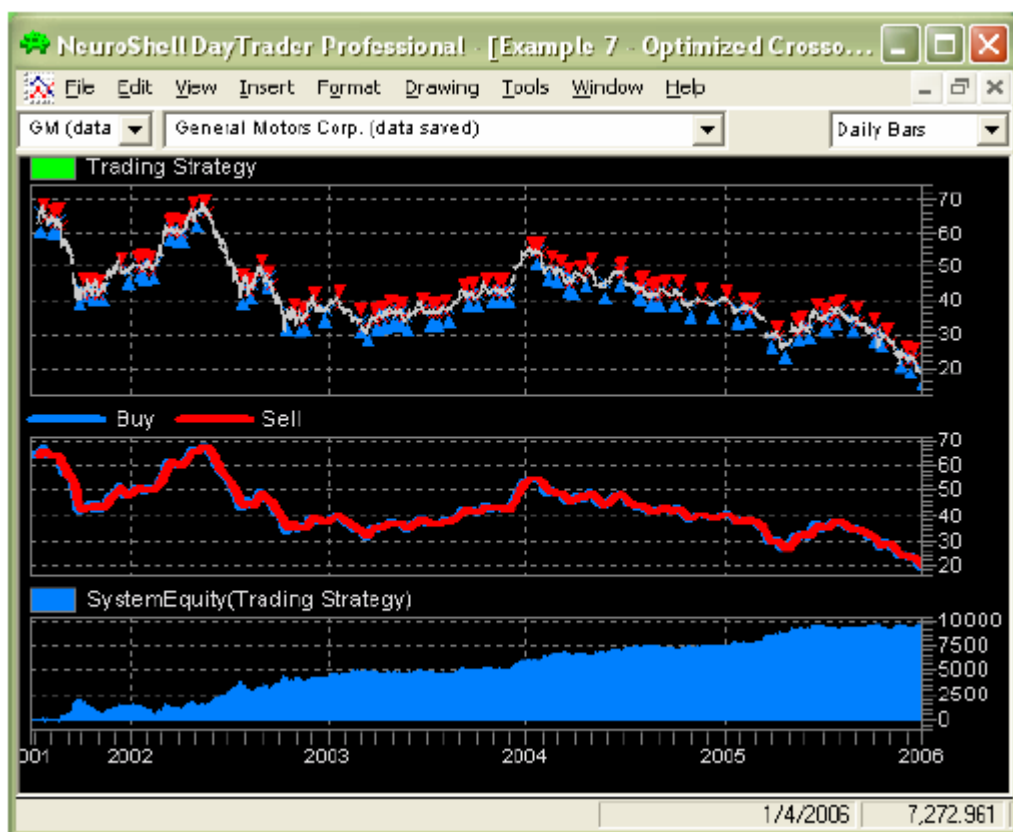


Рис.2 Для модели по акциям Джeneral Моторс, оптимизатор выбрал МА периоды 2 и 9.



Рис.2 Постановка правильного интервала для любой части торговых правил позволяет наиболее эффективное использование ГА.

Оптимизация с Оценкой

В этом разделе мы разберем общую проблему моделирования для всех моделей с историческими данными. Когда вы оптимизируете всегда есть проблема переоптимизации или оверфиттинга, которая означает что вы строите модель которая хорошо работала в прошлом и выучила рыночный шум, поэтому вряд ли будет работать в будущем.

Некоторые люди используют слово подгонка под кривую или «curve fitting» для описания феномена оверфиттинга, это неверный термин, поскольку любое моделирование с прошлых данных – уже подгонка под кривую, в нашем случае проблема заключается в сверх подгонке под кривую или оверфиттинг.

Оверфиттинг может иметь место, даже если вы не оптимизируете, поскольку в случае когда вы бэктестируете разные стратегии, чтобы проверить какая работает лучше других, вы просто оптимизируете вручную! Машинная оптимизациякратно увеличивает вероятность оверфиттинга поскольку её алгоритмы более совершенны. Вероятность оверфиттинга снижается с помощью неиспользования оптимизатора, оптимизации на большом историческом промежутке, и/или с помощью оптимизации с наименьшим количеством параметров.

Тестирование на оверфиттинг

Традиционный способ тестирования: проверка модели на новых данных. Пара способов:

Проверка модели в течение нескольких недель и проверка на «бумажной торговле» традиционным способом для проверки качества модели. Но на это уходит много времени. Оптимизация модели и её тестирование на более новых данных. Оптимизация на более раннем отрезке и бэктестирование (оценка качества) используя эту же модель на отрезке, идущем за более ранним. Проблема в этом случае заключается в том, что если даже вы довольны этой моделью, у вас старая модель, которая была фактически построена на старых данных (но специально оценена на свежих данных). На Рис. 4 приведен пример модели, которая базируется на более раннем отрезке, но тестируется на последнем году исторических данных.

На графике на Рис 5, мы продолжили разбор примера с пересечением МА. В предыдущем примере мы оптимизировали на всех исторических данных. В этом примере мы оптимизируем на всех данных, кроме тех что начинаются в 2005, и бэктестируем на данных 2005 г. (отмечено зеленой линией на графике ТС). Отметим, что торговые правила найденные до 2005 г. не показали хороших результатов в 2005 г.

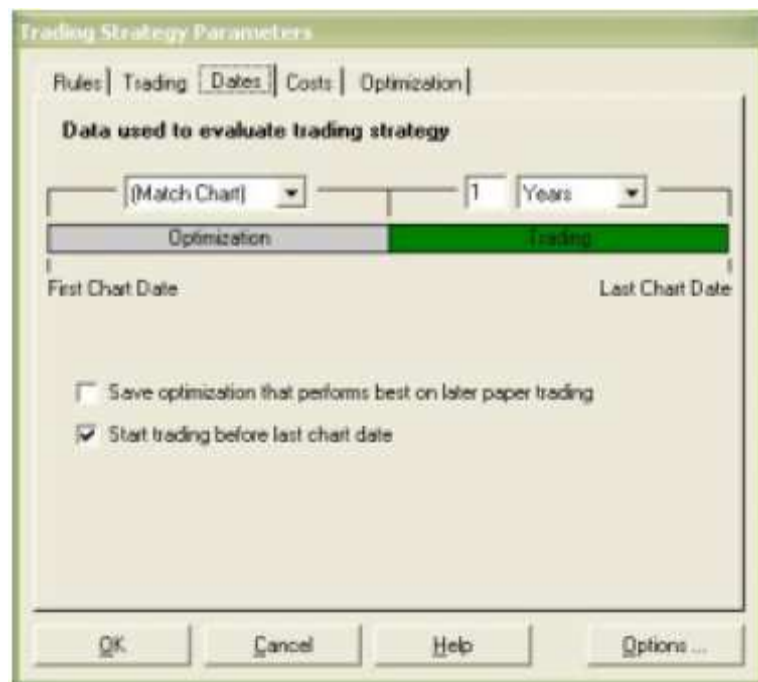


Рис. 4

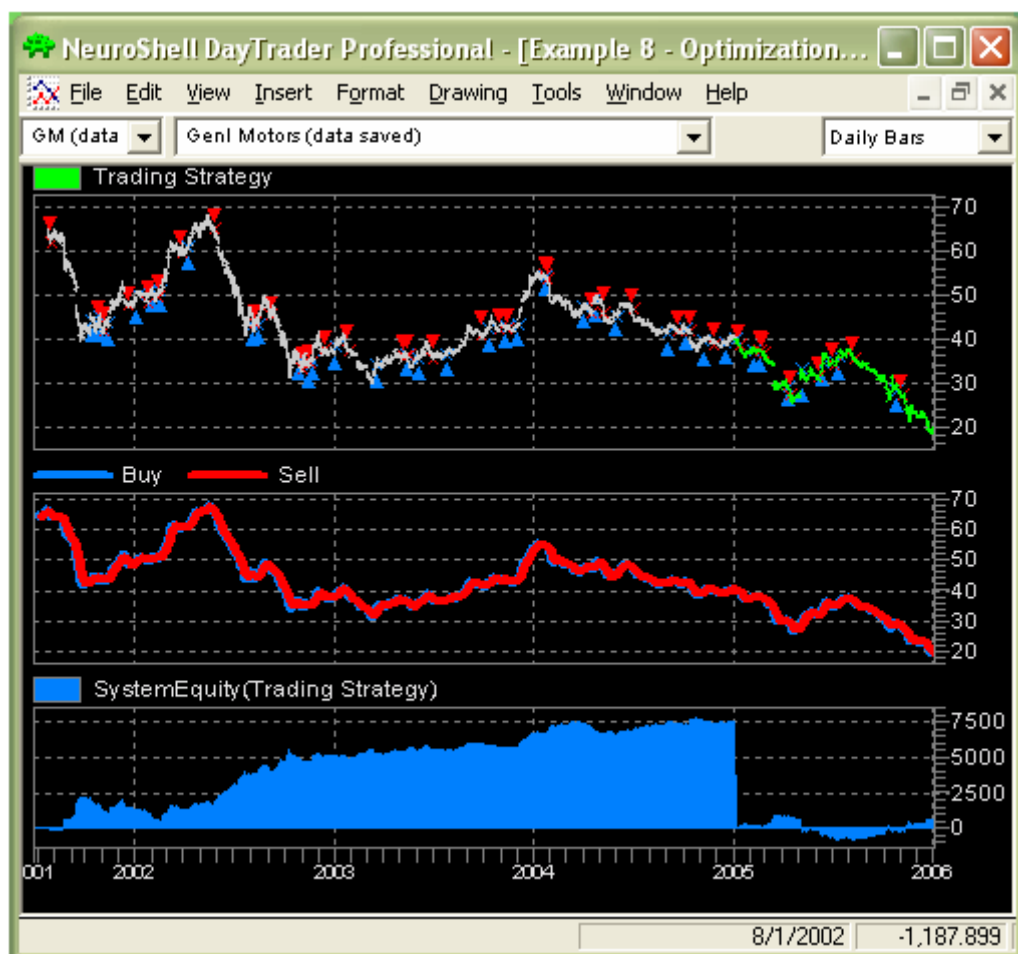
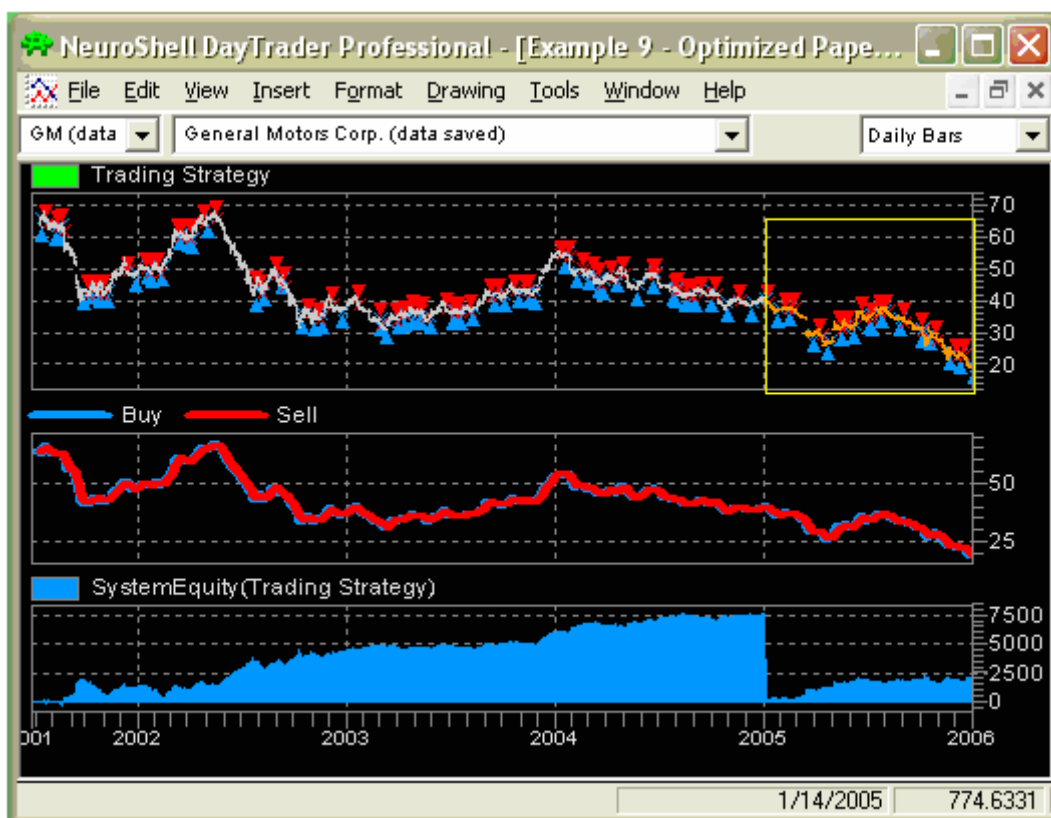


Рис. 5

Оптимизация с Бумажной Торговлей

Возьмем еще раз последний пример, где оптимизация проходила на отрезке исторических данных, а оценка проходила на другом отрезке исторических данных. При использовании оценки на новых исторических данных (out of sample - OOC), вы будете искать ту модель, что лучше всего работает на новых исторических данных OOC. Эта процедура называется снупингом данных, поскольку данные OOC всё же уже не OOC. Хотя это наиболее эффективный метод прийти к модели, которая имеет наиболее высокую вероятность выживания в будущем, поскольку вы собираетесь с ней же работать и в будущем.

Нейрошелл автоматизировал данную процедуру построения моделей производя оценку автоматически и выдавая наилучшую модель для данных «ООС».



На Рис.6 приведен пример бумажной торговли на оранжевом отрезке.

Мы оптимизировали модель на данных до 2005 г., с целью получить наилучшую доходность на данных после 2005, а не до 2005 г. Другими словами каждый раз когда ГА находил новую комбинацию МА, прибыльность модели тестировалась на периодах до и после начала 2005г. Нейрошелл выдал нам сразу оптимальную комбинацию, которая может и не была наилучшей до 2005г., но работала и в 2005г.

В случае этого графика, оптимизатор нашел те же параметры МА (2,9), как когда мы оптимизировали весь график сразу, но это не всегда бывает именно так. Бумажная торговля сделана для того чтобы не допустить оверфиттинга, и найти наилучшее решение для работы в будущем.

Конечно статистики скажут что так называемый «дата снупинг» не позволяет говорить о том, что модель была действительно опробована на OOC данных. Но все же статистики

ожидают нормальное распределение и некоторое количество других факторов, которые не представлены на рынке, но могут на него повлиять (по теме: *The (Mis) Behavior of Markets by Mandelbrot and Hudson*).

Однако если вы хотите построить модель с бумажной торговлей и удовлетворить статистиков вы можете выбрать обе опции:

"Save optimization which performs best on later paper trading"

"Start trading before last chart date"

Это позволит сохранение модели которая работает на бумажной торговле давая настоящий ООС период после бумажной торговли. Но получившаяся модель уже так же стара как и отрезок ООС. Потому как рынок очень быстро меняется, мы предлагаем использовать бумажную торговлю без использования ООС.

Предсказания

Неоптимизированные Предсказания для Форекса.

В этом примере мы вводим пример предсказаний с помощью нейросети, и используем Форекс инструмент, потому как он очень популярен. Методика работы объясненная в этом примере так же применима к рынку акций, товарном рынке, рынке опционов и т.д.

Нейросети ваш помощник если у вас есть идея о индикаторах, которые предскажут рыночные движения но нет четкого алгоритма их использования для получения торговых сигналов.

Нейросети производят предсказания (выход) о будущем значении некоторого временного ряда, и базируются на индикаторах(входы), которые вы в них поставите. Нейронная сеть использует исторические данные (тренировочный участок) чтобы обучиться производству качественных предсказаний выхода используя входы. Нейрошелл учит сети созданию таких предсказаний, этот процесс называется тренировкой. Вам необязательно знать как нейронные сети производят обучение для того чтобы использовать их эффективнее. Но вы можете посмотреть математическую подоплеку тренировки нейронных сетей в Приложении Б Как работают нейронные сети. Только запомните, что сети бывают разные и то, что работает с нашей сетью может не работать с другими типами сетей.

После тренировки Нейрошелл применяет пороговые правила к предсказаниям для выбора условия покупки или продажи. Предсказатель не только тренирует нейронную сеть, но также использует пороговые правила для создания простой торговой стратегии.

Например, если нейронная сеть предсказывает процентное изменение на открытии на следующие 3 дня начиная с завтрашнего открытия, простейшие правила (которые также используются в этом примере) будут:

Если предсказание $>0\%$ войти в покупку
Если предсказание $<0\%$ выйти из покупки
Если предсказание $>0\%$ войти в продажу
Если предсказание $<0\%$ выйти из продажи

В примере с рынком Форекс как на Рис. 7 мы используем дневной курс пары Евро/Доллар. Мы знаем, что линии регрессии (прямые линии построенные по предыдущим ценам закрытия) часто предсказывают будущее в случае если мы измерим наклон этих линий. Положительный наклон означает растущие цены, отрицательный падающие. Мы использовали этот индикатор строя наклон регрессии с предыдущих 10 баров. Первая наклонная построена на 10 предыдущих закрытиях, следующая на 10 барах которые ей предшествовали и т.д. Линии регрессии не строятся на графике мы используем наклонность этих линий. Индикатор, который мы используем показан фиолетовым цветом на графике.

Потом мы смотрим на индикатор 10, 20 и 30 баров назад. После тщательного изучения этих индикаторов, а также их отображения на графике мы сможем понять как использовать из в ТС. Но можно сделать проще поставив все индикаторы в нейропредсказание. Следует подчеркнуть следующее:

1. Мы предсказываем процентное изменение на открытии 3 бара от следующего открытия.
2. Мы не оптимизируем эти 4 входа.
3. Мы строим нейромодель используя весь график в качестве тренировочного отрезка.
4. Мы заранее выбрали пороговые правила (смотрите выше).
5. Мы поставили по умолчанию 10 «скрытых нейронов». Скрытые нейроны – технический аспект сетей. Все что вам надо об этом знать это то, что чем больше вы их поставите, тем более высока вероятность оверфиттинга и тем более высокое качество подгонки под кривую вы получите.

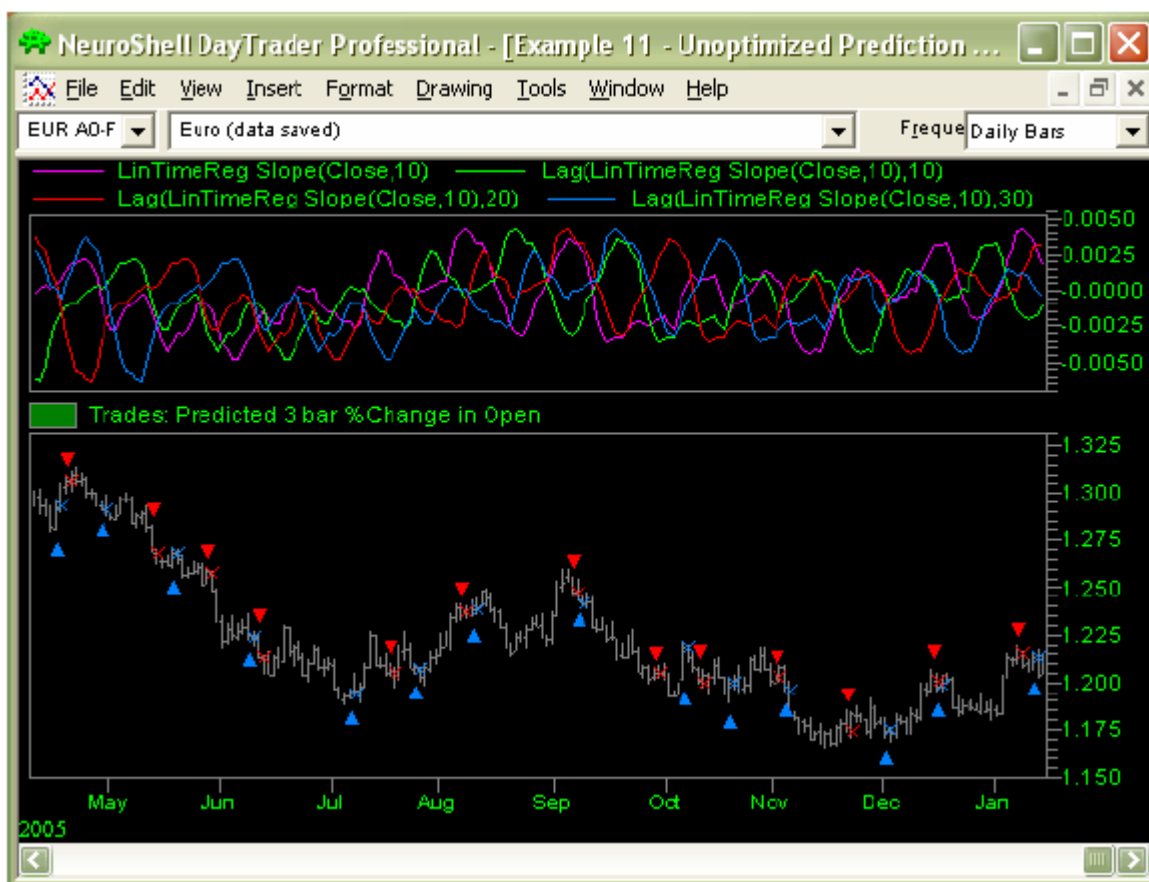


Рис.7

Вот некоторые параметры стоимости, которые мы ввели в оптимизатор:

1. Мы торгуем по 100 000.
2. Комиссия равна 30 долларам.
3. Маргин 1%.

В итоге получен плавный рост кривой дохода базированной на этих сигналах.

Неоптимизированное предсказание для акций.

На Рис. 8 мы промоделировали поведение 9 Select Sector SPDRs (ETFs), так же как и промоделировали курс Евро. Нейронные сети были настроены тем же методом. Каждая акция имеет свою собственную сеть. Мы изменили расходы: \$10 комиссия и \$10 000 лот акций.

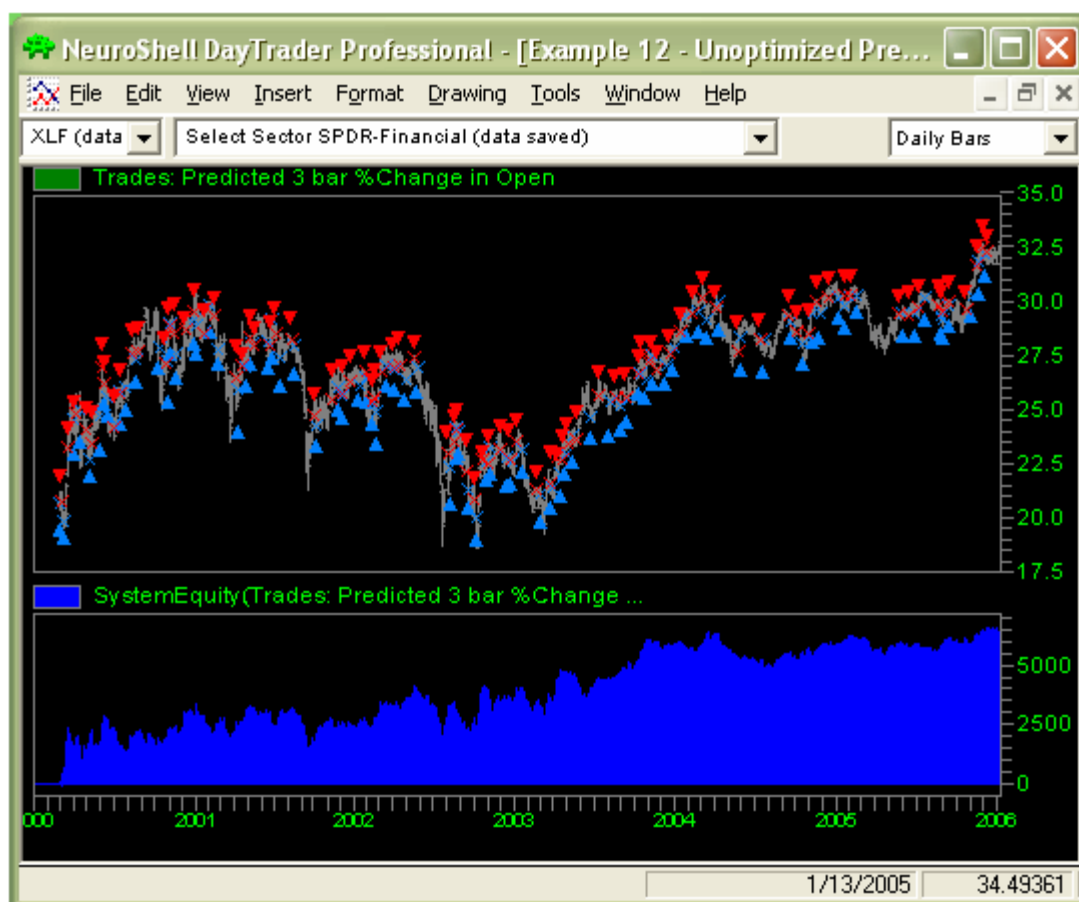


Рис.8 Видно что кривая постепенно растет, допуская небольшие просадки.

Оптимальные правила для порогов предсказаний

Помните, что в примере с форексом мы базировались на следующих правилах:

- Если предсказание $>0\%$ войти в покупку
- Если предсказание $<0\%$ выйти из покупки
- Если предсказание $>0\%$ войти в продажу
- Если предсказание $<0\%$ выйти из продажи

Мы просто использовали значения по умолчанию, а что если другие значения дадут более высокую прибыль. Оптимизация может заметно улучшить результаты модели.



Рис.9 На светло-зеленом графике показана суммарная прибыль от работы с портфелем акций.

Нейросеть на Рис.9 использует наклон регрессионной прямой и несколько задержек этого индикатора в нейропредсказателе. Оптимизатор нашел разные оптимальные пороговые значения для 9 ETFs (Exchange Traded Funds) секторных моделей (Рис. 10).

Prediction Analysis

General | Trading Statistics | Trade by Trade | Input Contributions

Statistic	
Output End Date	
Number of Bars	1474
Average Error	1.96
Correlation (r)	0.105
R-squared	0.0109
Mean Squared Error	6.501
% Correct Sign	54.88
Number of Trades	2
Return on Trades	143.7%
Annualized Return	24.5%
Long Entry Threshold	1
Long Exit Threshold	-13
Short Entry Threshold	-0.2
Short Exit Threshold	1

OK | Print ... | Help

Оптимизатор нашел пороги обведенные красным для SPDR финансового сектора. Оптимизатор генерирует индивидуальные правила для входа и выхода для каждого сектора на графике.

Оптимальное Предсказание основанное на Бумажной Торговле.

Предыдущая сеть основывала свои сигналы на порогах, которые были оптимизированы для всех инструментов. Этот пример вводит концепт сохранения модели которая показывает оптимальные результаты на отдельном отрезке названном отрезком Бумажной Торговли.

Пример на Рис. 11, похож на предыдущий, кроме того что: Мы поставили ограничили время оптимизации 2 минутами для каждой акции (см. Рис. 12). Помните что мы еще не оптимизируем входы, а только пороги.

Мы поставили отрезок бумажной торговли 6 месяцев и дали указание нейрошеллу оставить наиболее эффективную модель для бумажной торговли. Используя условие бумажной торговли мы больше уверены в результатах работы этой модели в будущем.

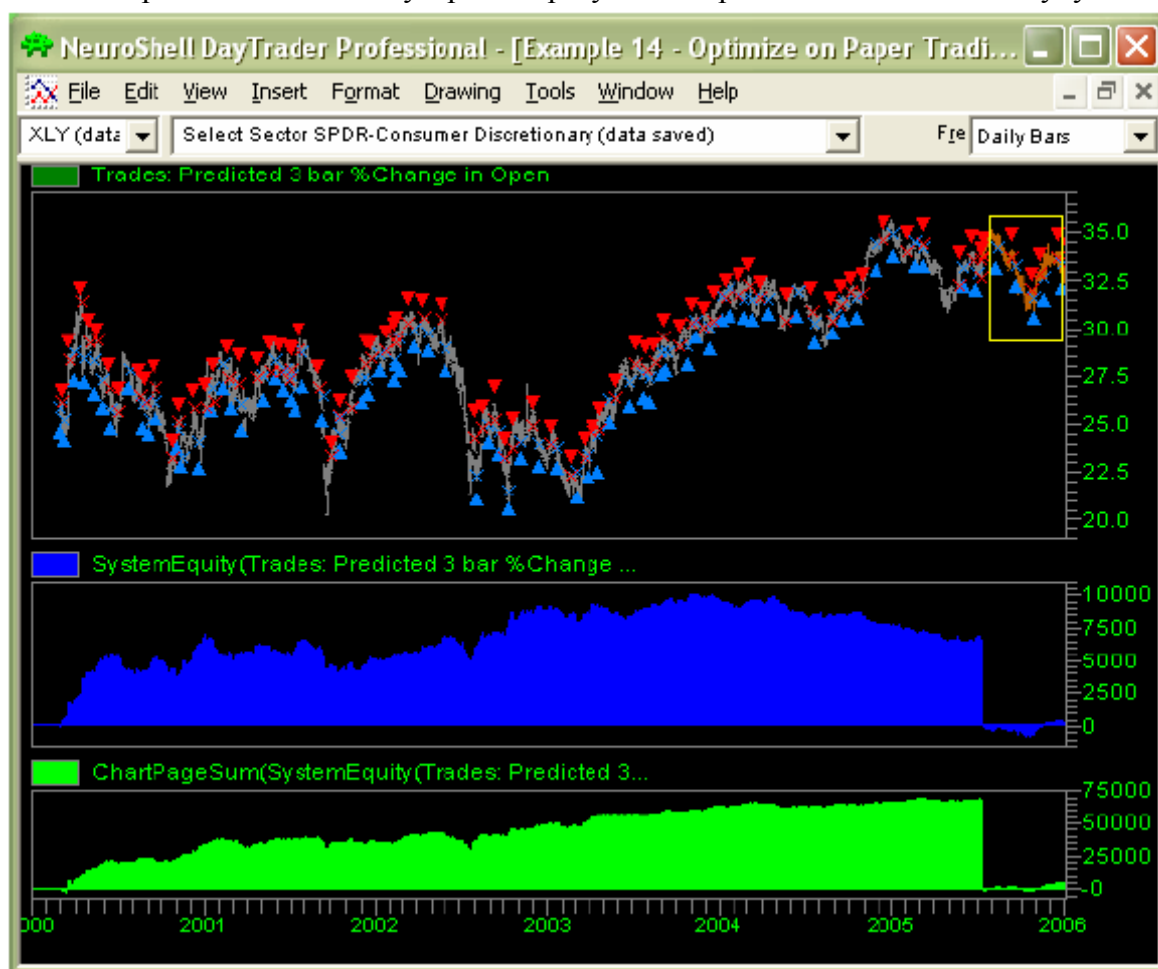


Рис.11 Финальная версия Неросетевой модели которая была сохранена для оптимальной работы на бумажном отрезке (оранжевый отрезок в желтом прямоугольнике). Индикаторы прибыльности модели обнуляются с началом отрезка бумажной торговли.

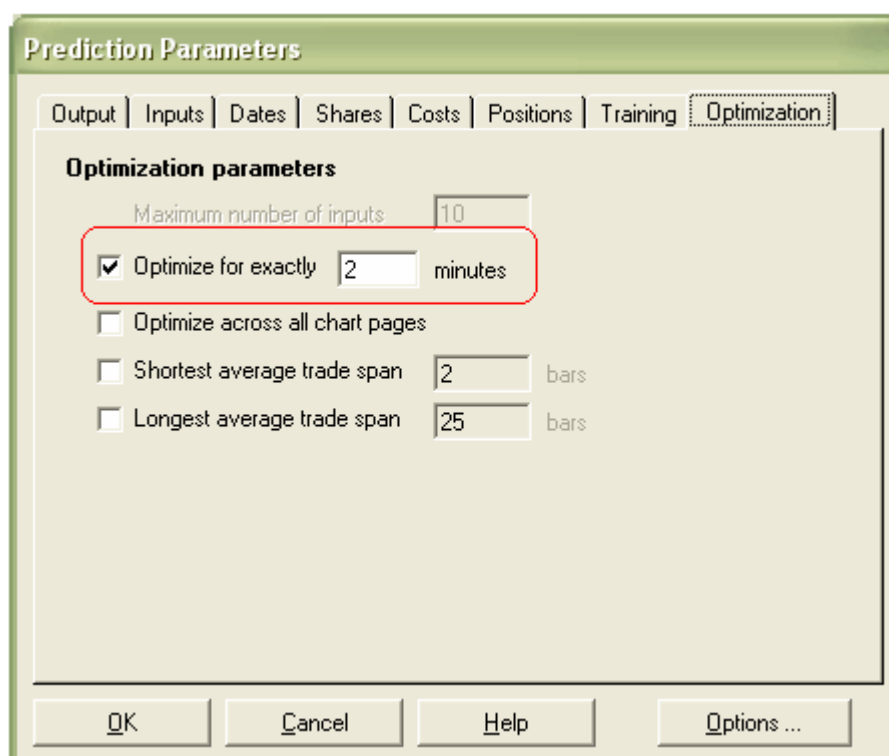


Рис.12 Оптимизатор тратит 2 минуты на пороги для каждой акции.

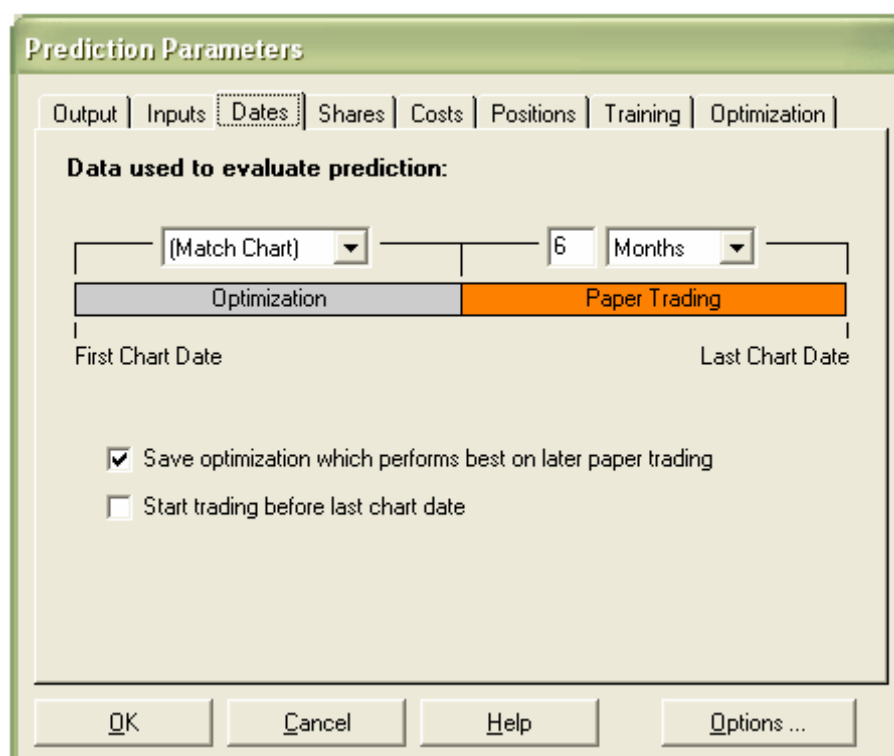


Рис. 13 Вы ставите длительность бумажной торговли

Оптимальное предсказание базированное на Несколькох Акциях

Одна из методик, которую вы можете использовать для того чтобы предостеречь себя от оверфиттинга: использовать пороги которые работают на нескольких акциях а не только на одной.

Вы можете реализовать это просто выбрав опцию оптимизации на всех страницах графика. Например использовать предсказания для акции Кока-Кола, и потом добавить акции Американ Экспресс, Вол-Март, Веллс Фарго и Анхайзера Буша. Результатом должна стать модель которая позволит хорошо предсказывать будущие движения.

Выбор Входов для модели.

Одно из преимуществ использования нейронных сетей это автоматический рэнкинг независимых входов в моделях.

Например, мы предположили, что индикаторы на акциях производителей чипов могут хорошо предсказывать поведение изменение цены акций производителей пк.

Для примера в модель Делла, были включены не только индикаторы РСИ и МАКД Сигнал от цены закрытия Делла, но также индикаторы РСИ и МАКД Сигнал для акций Интел и Моторолла. В Нейрошелле мы выбрали: оптимизацию на « Выбор Входа». Мы хотели чтобы оптимизатор выбрал наиболее эффективные входы для модели. Для того чтобы не допустить оверфиттинга мы ограничили количество входов 4-мя. Вклад каждого входа показан на Рис. 14. Входы без вклада были удалены ГА.



General Trading Statistics Trade by Trade Input Contributions		
#	Contribution	Input
1		MACD Signal(Intel Corp. Close,9,12,26)
2		MACD Signal(Motorola Inc Close,9,12,26)
3	79.42 %	MACD Signal(Close,9,12,26)
4		RSI(Close,5)
5	20.58 %	RSI(Intel Corp. Close,5)
6		RSI(Motorola Inc Close,5)

Рис.14 Нейронная сеть дала рэнк каждому входу.

Портфельное управление

Обзор Портфельного Управления

Многие трейдеры работают с корзиной акций. Вопрос для них заключается в том, какими акциями надо торговать в выбранный момент времени, чтобы увеличить ожидаемую прибыль. Нейрошелл имеет большие возможности портфельного управления, когда вы используете Chart Page Indicators. В этом примере мы ознакомимся лишь с некоторыми возможностями программы.

В нашем примере мы построили портфельную ТС, базирующуюся на индикаторе RSI, хотя вместо него вы могли бы использовать любой другой индикатор или предсказание нейросети. Идея заключается том, что ТС покупает те акции, которые имеют наименьший RSI, а продает их же когда RSI этих акций перестает быть самым низким.

Для такой спецификации модели мы используем Chart Page Lower Rank. Если вы проверите детали портфеля внизу графика вы увидите, что акция имеет ранк 1 если его RSI имеет наименьшее значение по отношению к RSI других акций. Следовательно если мы покупаем когда Chart Page Lower Rank < 2, то мы купим акцию если она имеет наименьший RSI из всех. Отметим что индикатор Chart Page Lower Rank < 3, будет означать покупку 2-ух акций сразу.

Условия для выхода также простое: мы выходим из покупки если Rank > 3, другими словами если хотя бы три акции имеют более высокий ранк (по наименьшим RSI).

В случае если вы посмотрите на Рис.15, вы увидите, что в среднем одна из трех акций находится в покупке в любое время.



Рис.15 Выбор акций по ранжированным стандартам индикаторов.

Для того, чтобы подвести итог, мы проверим сумму кривых доходностей для всех акций для ТС и для стратегии купи и держи. Заметим, что существует несколько других Chart Page индикаторов, которые могут быть использованы на месте Lower Rank, например Percentile.

Портфельное Управление: Длинные/Короткие позиции

Этот пример как предыдущий, кроме того что мы использовали индикатор Chart Page Upper rank для осуществления продаж и выходов из продаж, также как и индикатор Chart Page Lower rank для осуществлений покупок и выходов из покупки (также как и в предыдущей модели). Мы могли бы использовать только один индикатор, так как они симметричны и противоположны.

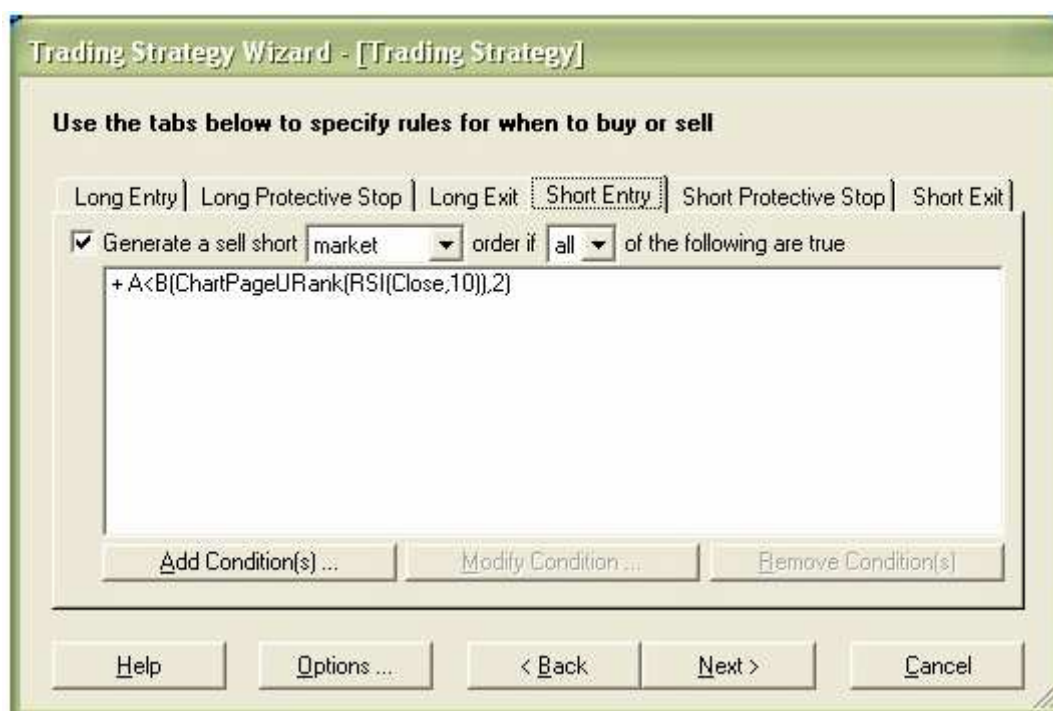


Рис. 16 В этом примере продажа осуществляется когда верхний ранк RSI меньше 2, другими словами акция продается когда её RSI достигает наивысшего значения по сравнению с другими акциями.

Хеджированные Портфели

Мы немного подстроили предыдущий пример, чтобы получить красиво захеджированную систему. В любое время, система покупает одну акцию и продает одну акцию. В каждую из них вкладывается 10 000 долларов, хедж осуществляется на долларовом базисе, что не могло бы произойти если бы мы работали с фиксированным количеством акций. Мы подправили правила таким образом, чтобы выход осуществлялся в момент когда ранк акции падает ниже одного. Стратегия названа Хедж1.

ТС покупает одну акцию когда её индикатор RSI достигает наименьший ранк. Покупка закрывается так же скоро, как только акция перестает иметь наименьший RSI.

ТС продает одну из акций когда её индикатор RSI достигает наибольший рэнк. Покупка закрывается так же скоро, как только акция перестает иметь наибольший RSI по сравнению с другими акциями в портфеле.

Для того, чтобы доказать что имеется возможность работы с большим количеством чем 2 акции мы построили ТС Хедж2, которая покупает и продает одновременно по 2 акции. Выборка базируется на 2 самых больших и самых меньших значениях RSI. Количество акций которое одновременно торгуется может быть подстроено под количество акций в портфеле.



Рис. 17 ТС Хедж1 торгует по одной акции.

Наилучшее использование такой ТС будет найдено при работе с секторными моделями, в которых акции двигаются в основном одновременно и одинаково реагируют на секторные новости.

ГА позволяет настроить количество периодов для расчета RSI, либо вместо него использовать нейроправила.

Экспертная Панель

Комбинированные Гибридные Сети для Е-мини

Вы имеете возможность совместить предсказания с индикаторами в ТС. Вы можете улучшить простую ТС когда она создана при использовании НС (предсказание выше/ниже порога). Вот некоторые причины чтобы делать именно так:

1. Создание стратегии с НС, которое добавит трейлинг стопы.
2. Создание ТС которая использует несколько НС чтобы принять решение торговли (комитеты сетей).
3. Создание правил с НС для гибридной стратегии.

В этом примере мы рассматриваем случай номер 2 и 3, перечисленные выше, для создания ТС с тремя НС и дополнительным правилом. Наша ТС входит и выходит из покупок/продаж если 2 из 4ёх условий выполнены.

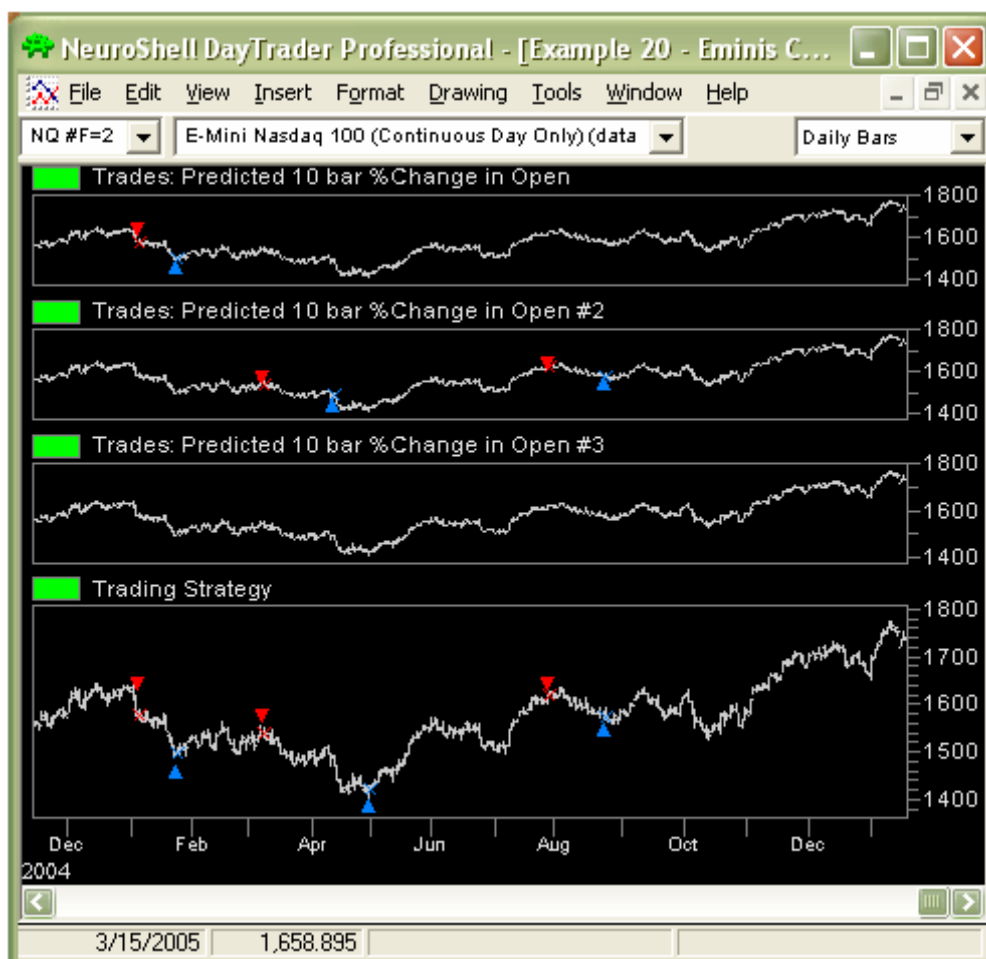


Рис.18 ТС показанная на нижнем подграфике совмещает сигналы трех НС и одного обычного торгового правила.

Входы на три предсказания не были соптимизированы, но мы соптимизировали пороговые правила. Конечно, мы могли бы соптимизировать предсказания если бы хотели это сделать.

Далее мы разберем стратегию, чтобы посмотреть как мы вставили готовые сети. Предсказатель Нейрошелла дает правила входа/выхода для продаж/покупок, которые мы сможем вставить в ТС.

В нашей ТС мы используем правило RSI. Далее мы оптимизируем ТС. В этом случае комбинированная стратегия обогнала отдельные сети, чего мы и ожидали.



Рис.19 Сигнал на покупку получен при выполнении 2 условий из 4х

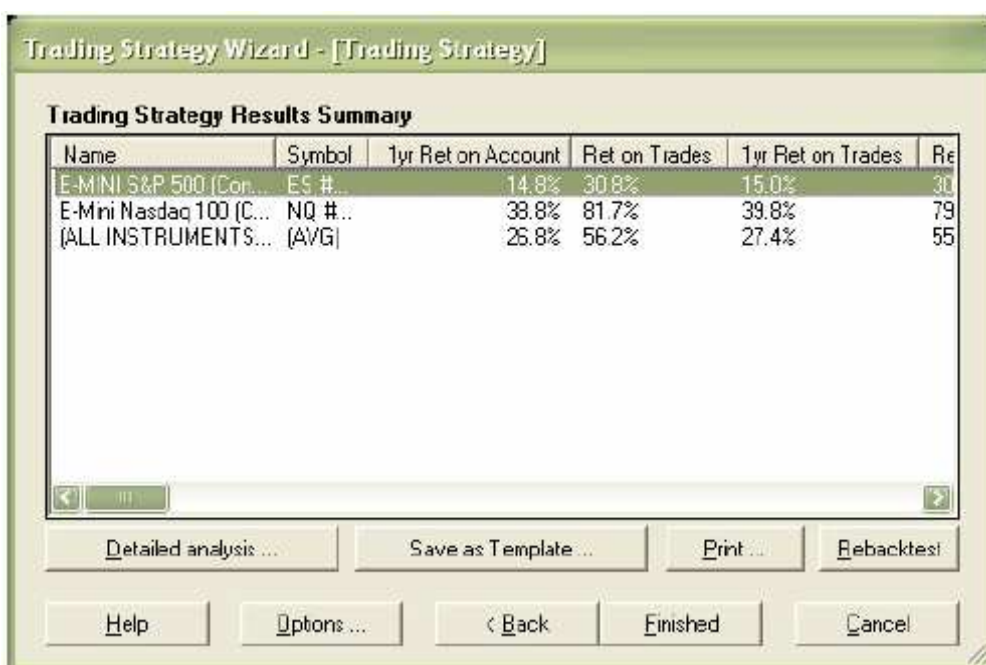


Рис.20 Гибридная ТС обогнала сети по отдельности.

В этом случае мы использовали фьючерсы на NASDAQ и S&P 500 E-minis, мы не ставили объем задействованных средств (например 10000), потому как хотели найти правильные «впадины и холмы» , а не корректную прибыль в долларах.

Интрадей-Торговля – Модели для определенного времени

Многие считают, что крупные игроки работают в определенное время дня. Поэтому мы решили построить модели которые будут работать только в определенное время дня.

В этом примере мы взяли ТС которая принимает решение как торговать в 09.55 по восточному времени каждый день. Выход производится в 10.30. Мы использовали стратегию с наклонными регрессий как в одном из самых первых примеров. Когда вы оптимизируете такую стратегию, оптимизатор вырабатывает правила для торговли только в этом промежутке. Вы можете иметь огромное количество таких моделей для разного времени дня, включая для ночного гэпа на акциях.



Рис.21 Покупка осуществляется в 09.55, время зафиксировано.



Рис.22 Выход производится в 10.30.

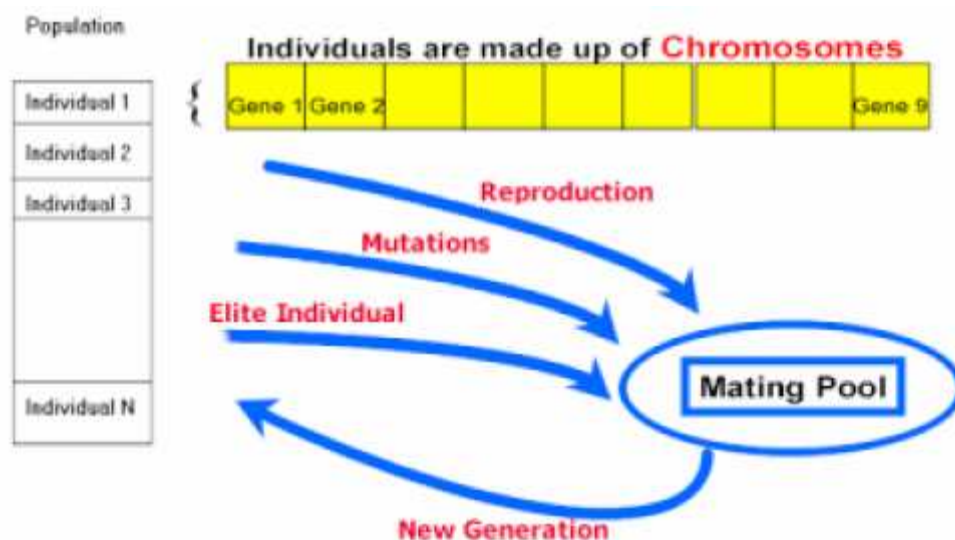
Мы используем QQQQ как прокси NASDAQ, а SPY как прокси ES. Вы можете использовать эти продукты с высоким рычагом вместо обычных акций.

Приложение А

Как работают Генетические Алгоритмы

ГА решает оптимизационные задачи создавая популяцию или группу возможных решений задачи. Индивидуумы в этой популяции несут хромосомы, которые являются значениями переменных задачи, такие как периоды МА.

ГА решает вашу проблему позволяя наименее здоровым индивидуумам мирно помереть и выбрать наиболее здоровых (тех, что принесут наивысшую прибыль). Этот процесс называется выбором наиболее здоровых и наиболее подстроенных к искомой задаче. Далее ГА берет двух здоровых индивидуумов и скрещивает их (процесс называется скрещиванием, новый индивидуум несет гены отца и матери). Отпрыск получает некоторые характеристики матери и некоторые характеристики отца.



В природе, отпрыск часто имеет некоторые аномальные проявления, которые называются мутациями. Обычно эти мутации не дают выжить отпрыску, но они каким-то образом улучшают здоровье индивидуума. ГА также иногда вызывает мутации в своих популяциях изменяя случайным образом значение переменных.

Дети, когда они созданы родителями, или в итоге мутации, тестируются и производится общая оценка популяции. В финансовом приложении рассчитывается чистая прибыль или количество выигрышных сделок. Разные типы тестов называются целевыми функциями.

После тестирования, популяция переживает изменение поколения. Популяция будет состоять из отпрысков и некоторого числа более старых индивидуумов, которым ГА позволяет остаться в популяции благодаря их здоровым свойствам. Эти индивидуумы называются элитой.

После десятка или 100 поколений, популяция начинает состоять из индивидуумов которые очень хорошо справляются с выбранной задачей. Фактически элитные индивидуумы и будут оптимальным решением задачи.

Процессы выборки, скрещивания и мутации называются генетическими операторами.

Приложение Б

Как работают Нейронные Сети

Нейронные сети в решении задач похожи на мозг человека. Также как люди применяют знания с их опыта к новым задачам или в новых ситуациях, нейронные сети берут предыдущие решенные примеры чтобы создать систему на нейронах, которая принимает решения, классифицирует и прогнозирует.

НС распознает фигуры на тренировочных отрезках, выучивает их и развивает способность прогнозирования и предсказания. НС имеет наилучшие результаты на диагностике

проблем, принятии решений, предсказании, классификации и других задачах, где важно распознавание фигур и необязательны точные математические ответы.

Тренировочный набор состоит из нескольких наборов входов (обычно это индикаторы) и соответствующего количества выходов (таких как процентное изменение на открытии). В статистике входы называются независимыми переменными, а выход зависимыми. Каждый набор входов и выходов называется примером или случаем. Когда НС тренируется она использует исторические примеры, чтобы выучить фигуры входов и посмотреть как они коррелируют с выходом (предсказание).

Тренировочный отрезок должен включать в себя набор проблем/задач, которые могут быть встречены в реале. Например если вы хотите предсказать цену продажи акции, вы должны убедиться в том, что тренировочный отрезок включает периоды когда цена росла, падала или находилась во флете.

Вы должны дать сети на обучение правильно подобранные примеры и исключить примеры, которые не передают рыночного поведения. Наилучший способ сделать это: ограничить количество истории на которой тренируется сеть, от 300 до 2000 баров, таким образом, чтобы сеть выучила необходимое для понимания сегодняшнего рынка. С другой стороны при чрезмерном сокращении тренировочного отрезка есть риск оверфиттинга.

Важно понимать, что для каждого примера все входы должны присутствовать, чтобы сеть могла учиться.

Важно нормализовать входы и выходы со временем (детрендить данные). Некоторые тех индикаторы делают это автоматически. Результаты которых вы добьётесь напрямую зависят от тренировочного отрезка.

Как происходит обучение НС?

Сеть начинает с поиска линейной зависимости между входами и выходами. Сеть присваивает вес каждому соединению входов и выходов. После нахождения этих связей происходит добавление нейронов к скрытому слою таким образом, чтобы смогли быть найдены нелинейные связи. Затем скрытые нейроны производят выходы, которые зависят от всех значений весов посланных к ним. Скрытый слой передает значение на выходной слой тем же образом, и выходной слой производит искомый результат – предсказание.

НС учится подстраивая переплетение весов между слоями. Ответ сети сравнивается с правильным ответом, и каждый раз сеть подстраивает соединяющие веса таким образом, чтобы приблизиться к правильным ответам. Дополнительные скрытые нейроны добавляются, чтобы лучше распознать входные данные.

В случае если задача выучена, подобраны правильные веса и сеть дает хорошие ответы или для всех примеров из тренировочного отрезка. Качество сети зависит от того как сеть реагирует при работе с новыми данными.

Структура Сети

Базовым строительным элементом НС технологии является симулированный нейрон (кружок на картинке). Независимые нейроны не приносят пользы если они не связаны с остальными нейронами. Сеть обрабатывает некоторое количество внешних входов, чтобы произвести выход, НС предсказание. Нейроны связаны весами (линиями). Нейроны

сгруппированны в слои по типу их соединения с внешним миром. Например, если нейрон получает данные из внешнего мира он называется входным слоем. Нейроны между входным и выходным слоем называются скрытым слоем, который является детектором образований во входных данных.

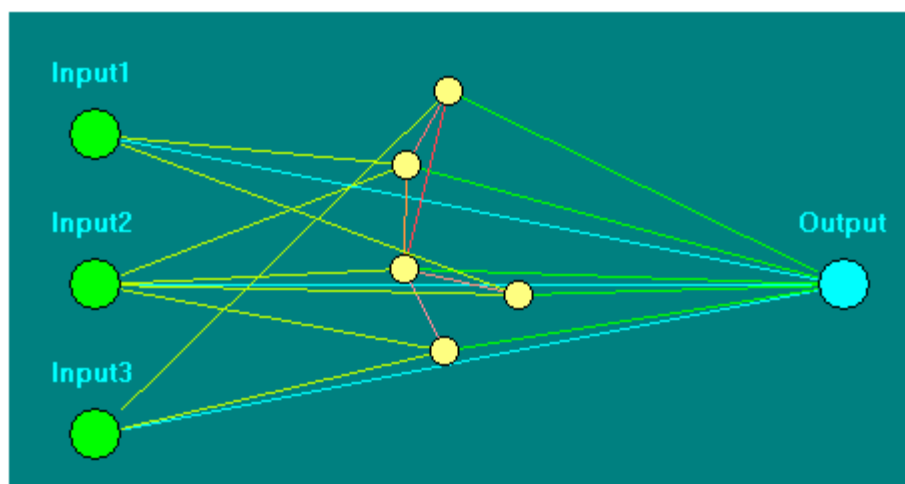


Figure 1. Network Structure

About the Authors

Steve Ward is CEO and Chief Technical Officer of Ward Systems Group, Inc. (WSG). His 40 years of computer experience began as a programmer in college, when he was on the team that programmed the first heart EKG pattern recognition computer. Before becoming President of Ward Systems Group, Inc., his last positions were Vice President of Systems at Computer Network Corp., and Director of the US Army Computer Center at Ft. Detrick, Maryland. Steve's bachelor's and master's majors were both abstract mathematics, and he leads the technical implementation of the neural networks in WSG's product line, as well as all of its research activities.

Marge Sherald is COO of Ward Systems Group, and has been with the company for over fifteen years. She has authored numerous articles on expert systems, neural networks, fuzzy logic and financial forecasting. Marge participates in the design and documentation of Ward Systems Group products. She has taught neural network seminars and has assisted many customers in developing their applications. Marge has a BS in communications and computer science coupled with over 25 years of experience in these fields.

References

For GeneHunter, the genetic algorithm optimizer discussed in this book:

Goldberg, D.E., "Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning", Reading, Mass: Addison-Wesley, 1989.

For TurboProp 2, the neural network algorithm used in NeuroShell Trader:

Turboprop 2 is a variant of the Cascade Correlation algorithm of Scott Fahlman.

Fahlman, S.E., and Lebiere, C., "The Cascade-Correlation Learning Architecture", published in "Advances in Neural Information Processing Systems", Vol 2 1990, pp 524-532, Morgan Kaufmann Publisher, San Mateo

General

Gately, E., "Neural Networks for Financial Forecasting," Wiley Trader's Exchange, John Wiley & Sons, New York, 1994.

Mandelbrot, B, and Hudson, R.L., "The (Mis) Behavior of Markets, a Fractal View of Risk, Ruin & Reward," Basic Books, New York, 2004.

Rumelhart, D.E., and McClelland, J.L. and the PDP Research Group, "Parallel Distributed Processing Explorations in the Microstructure of Cognition, Volumes 1 and 2," Parallel Distributed Processing Explorations in the Microstructure of Cognition, Volumes 1 and 2, MIT Press, 1986.

Trippi, R. R., and Turban, E., editors, "Neural Networks in Finance and Investing", Probus Publishing Company, 1993.

Index

chart page indicators.....	24	optimization of trading rules.....	9
chromosomes.....	33	optimization with evaluation.....	11
combined nets hybrid.....	28	optimization with paper trading.....	14
crossover.....	33	optimum prediction based on multiple stocks.....	23
Crossover Trading Rules.....	8	optimum prediction based on paper trading.....	20
data snooping.....	14	over-fitting.....	12
daytrade.....	32	panel of experts.....	28
daytrading – models for specific times.....	31	paper trading.....	20
dependent variable.....	35	portfolio hedges.....	26
FOREX.....	16	portfolio management.....	24
FOREX prediction.....	16	portfolio management long and short.....	25
genetic algorithm.....	33	predictions.....	16
genetic operators.....	34	references.....	39
hedged portfolio.....	26	regression.....	16
independent variables.....	35	sector models.....	23
input selection.....	23	selection.....	33
layers.....	36	stock prediction.....	18
mutations.....	33	threshold rules.....	16
network structure.....	36	timed trades.....	31
neural network.....	35	trading rules versus neural networks.....	7
objective functions.....	34	weights.....	36
observation.....	35		
optimization.....	8		