

基于 GNP 方法的外汇市场交易策略研究

□ 宋 宁

(上海财经大学 统计与管理学院, 上海 杨浦 200433)

[摘要]通过一种全新的进化算法 GNP-RL(Genetic Network Programming with Reinforcement Learning)来构建外汇市场交易模型。作为一种图状的进化算法,GNP 已经被成功运用到多种动态的环境中。首次将 GNP 方法运用到外汇市场,并通过对算法产生的超额收益验证外汇市场的有效性。实证结果表明:在使用样本外数据测试的情况下,基于 GNP 的交易策略是可以产生超额收益的;这种现象可以用适应性市场假说(AMH)来说明。

[关键词]GNP-RL;交易算法;外汇市场;交易策略

[中图分类号]F830.92 [文献标识码]A [文章编号]1003-1154(2014)06-0016-03

GNP作为遗传算法(GA)的拓展,不仅继承了GA的典型特征,同时也表现出比遗传算法更优的特性。

Levich等^[1]研究表明,在外汇市场上运用技术指标会产生一些显著的超额收益。然而从上世纪90年代中期开始,这种超额收益在逐渐减少或者消失。Lo^[2,3]提出了自适应市场假说(AMH),解释了这种现象的产生,只有不断适应市场的投资策略才能产生持续的超额收益。而这一特征很好地体现了进化算法的优势。

一、GNP-RL和交易算法

(一)GNP基本结构

图1是GNP的基本结构,可以看出,GNP是由判断节点和处理节点相互连接构成。判断节点中包含如果-那么(if-then)类型的决策函数,他们返回输入的判断结果,同时决定下个节点路径;处理节点负责采取交易行为(建仓、平仓)。判断节点有条件分支,而处理节点没有分支。在图1中还包含一个开始节点,其目的是用来决定第一个执行的节点。在节点的基因表达中, K_i 表示节点的类型;其中, $K_i=0$ 表示开始节点, $K_i=1$ 表示判断节点, $K_i=2$ 表示处理节点。 ID_i 代表节点函数的序号,例如: $K_i=1, ID_i=2$ 表示节点为 J_2 。 a_{ip} 表示处理节点中决定建仓平仓外汇的阈值参数, Q_{ip} 则表示分配给每个状态和行动组合的Q值,其中,状态是指当前所在节点,行动是指子节点(节点函数)的选择。

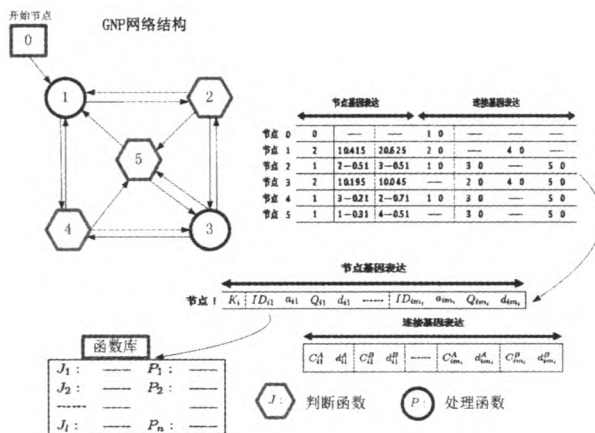


图1 GNP基本结构

(二)GNP-RL中判断函数和处理函数

1.函数库中的判断函数(J)

第一类:短期指数移动平均(ST_EMA)。

EMA的计算公式如下:

$$EMA_t = P_t \cdot \frac{2}{N+1} + EMA_{t-1} \cdot \left(1 - \frac{2}{N+1}\right)$$

其中, t 为时刻, P_t 为 t 时刻的价格, N 表示周期数。

第二类:长期指数移动平均(LT_EMA)。

其计算公式与ST_EMA公式相同,只是N可以在51~200之间取值,所以一共有150个LT_EMA函数产生。

第三类:交易范围函数(TRF)。

[基金项目]国家自然科学基金青年科学基金项目(71101083);国家自然科学基金重点项目(71331006)。

这类函数可以使个体能够利用以往时间段内的最高值和最低值与目前价格的相对位置来做出判断。计算两个范围的公式为:

$$TR_L = Percent \cdot Max_value + (1 - Percent) \cdot Min_value$$

$$TR_S = (1 - Percent) \cdot Max_value + Percent \cdot Min_value$$

其中, $Percent$ 用来判断建空头仓和多头仓的可能性, 其值在 0~1 之间。 Max_value 和 Min_value 两个值表示周期在 4~20 之间上价格的最大值和最小值。

第四类: 进入价格函数 (EPF)。

如果建多头仓位, 则: $P = P_{max} \cdot (1 + p_c)$; 反之, 建空头仓位: $P = P_{min} \cdot (1 - p_c)$ 。其中, p_c 表示价格的变动, 相对于目前周期下的最高价 (最低价), 来定义建多头仓位 (空头仓位) 的价格, 其值随机的选择 0~0.2% 之间的数。

第五类: 获利函数 (TPF)。

这个函数用来设置平仓获利的可能价格, 是相对于进入价格的变化来讲。

对多头仓位, 平仓价格计算如下: $leaving\ price = entering\ price \cdot (1 + tp)$; 同样的, 对空头仓位平仓价格计算如下: $leaving\ price = entering\ price \cdot (1 - tp)$ 。其中, tp 表示相对于进入价格的相对变动量, 作为确定获利的时间点。其值随机地从 0.01 % 和 1 % 之间选择。

第六类: 止损函数 (SLF)。

这个函数同样也是用来设置平仓止损的可能价格, 也是相对于进入价格的变化来讲。

对多头仓位, 平仓价格计算如下: $stop\ loss\ value = entering\ price \cdot (1 - sl)$; 同样的, 对空头仓位平仓价格计算如下: $stop\ loss\ value = entering\ price \cdot (1 + sl)$ 。其中, sl 也表示相对于进入价格的相对变动量, 但作为确定止损的时间点。其值也是随机地从 0.01 % 和 1 % 之间选择。

第七类: 情况改进函数 (SIF)。

这个函数使用新的 $better_tp$ 和 $better_sl$ 值来改变 $leaving\ price$ 和 $stop\ loss\ value$ 。即:

对多头仓位, 新的平仓价格为: $leaving\ price = leaving\ price \cdot (1 + better_tp)$; 类似地, 对空头仓位, 新的平仓价格为: $leaving\ price = leaving\ price \cdot (1 - better_tp)$ 。

同样, 对多头仓位, 新的止损价格为: $stop\ loss\ value = stop\ loss\ value \cdot (1 - better_sl)$; 类似地, 对空头仓位, 新的止损价格为: $stop\ loss\ value = stop\ loss\ value \cdot (1 + better_sl)$ 。

2. 函数库中的处理函数 (P)

本文模型可以同时建空头和多头仓位。所以在计算购买-持有的获利或损失时, 没有明显的基础货币。所以本文有四类不同的处理函数——建多头仓位, 平多头仓位, 建空头仓位, 平空头仓位。

如果当前节点为处理节点, 则 GNP 会依据 ϵ 贪婪策略选择 Q_ψ , 以及相应地 ID_ψ 和 a_ψ 。其中选择出来的 a_ψ

是用来决定建仓平仓外汇的阈值。其中, 处理节点中包含四个种类的函数, 分别是:

函数 1: 建仓。

建立多头头寸就是指在判断条件满足时, 系统建仓入基础货币而平仓出标的货币。例如, 在满足当前价格大于 $EM(5)$ 时, 或者当前价格超过多头分界线时等等, 判断函数就会满足开多头仓位。

类似地, 建立空头头寸就是指在满足一定条件时, 系统建仓入标的货币而平仓出基础货币, 条件是 GNP 判断函数判定的结果。

函数 2: 平仓。

所谓关闭多头头寸是指如果当前系统是多头的, 并且判断节点满足关闭的条件, 系统就会关闭当前的头寸来平衡仓位获得利润或者止损。

如果当前系统是空头头寸, 并且 GNP-RL 判断应该关闭头寸, 则系统会关闭空头头寸来平衡仓位。

(三) 学习阶段

本文采用 Sarsa 强化学习的方法, 下面解释关于 Q 值更新的过程。

1. 在 t 时刻, GNP 根据 ϵ -贪婪策略从 $Q_{i1}, \dots, Q_{im}$ 中选择一个 Q 值, 我们假设 GNP 选择了 Q_ψ , 以及相应地函数 ID_ψ 。

2. GNP 执行函数 ID_ψ , 得到奖励 r_t (可能为正, 也可能为负), 假设下个节点 j 变成 C_ψ^A 。

3. 在 $t+1$ 时刻, 重复 (1) 中 GNP 选择一个 Q 值, 假设选中了 $Q_{j\psi}$ 。

4. Q 值得更新如下:

$$Q_\psi \leftarrow Q_\psi + \alpha [r_t + \gamma Q_{j\psi} - Q_\psi]$$

5. 然后令 $t \leftarrow t+1$, $i \leftarrow j$, $p \leftarrow p'$, 返回 2 中。

(四) 进化阶段

关于进化算法研究的文献中, 最常见使用的遗传算子有三种: 选择、交叉和变异。本文 GNP 进化过程也采用这种方法。现在简要描述三类算子的进化过程。

1. 交叉的过程

(1) 通过联赛选择算法 (tournament selection) 选出两个个体, 并作为父代的个体;

(2) 每个节点以概率 P_c 选择作为交叉的节点;

(3) 父代个体交换相应交叉节点的基因, 保持相同的节点数目;

(4) 产生的两个新个体为下一代的子代个体。

需要注意的是, 如果 GNP 改变了判断节点的基因, 那么基因所包含的上标 $A, B, C, \dots$ 也同时改变。

2. 变异的过程

(1) 通过联赛选择算法 (tournament selection) 选出一个个体, 并作为父代个体。

(2) 变异操作

A. 改变连接: 以概率 P_m 选择每个节点的分支 ($C_\psi^A, C_\psi^B, \dots$), 被选中的分支重新连接到另一个节点上;

B. 改变参数(a_p):以概率 P_m 改变 a_p 的值;

C. 改变节点函数: 同样以概率 P_m 选择每个节点的节点函数(ID_p),被选中的节点函数重新在函数库中选择函数。

(3)产生的新个体为下一代的子代个体。

(五)适应度函数

本文采用的适应度函数为:利润/MDD,即收益回撤比。MDD指标是一个很好的风险度量指标,Calmar比率是合适的度量表现的指标。每个个体的适应度在给定时间周期内都被计算,利润由每次获利和损失测量,MMD同样以每次来度量。

二、构建外汇交易模型

(一)时间序列

本文选取外汇市场上8个主要的货币对作为研究对象。数据时间是从2008-2013年日数据做交易策略研究。

(1)测试周期

训练样本:2008年9月3日-2012年12月31日;

测试样本:2013年1月1日-2013年12月31日。

同时假设两个样本下的初始资金都为10000元。

(2)适应度函数和奖励函数

奖励函数在学习阶段使用,本文定义为: $R=S_p-C_p$,其中 S_p 表示平仓价格, C_p 表示建仓价格;选取上文所提到的收益回撤比作为适应度函数:

$$CR = \frac{\text{收益}}{\text{最大回撤}}$$

(二)GNP初始条件设置

GNP-RL一共使用了7大类判断函数和2大类处理节点函数。模拟参数的设定如表1中所示。

表1 模拟设定条件

个体数目=300
(其中,变异个数:179;交叉选择:20;保留最优:1)
每个个体中节点个数=31
(其中,判断节点=20;处理节点=10;开始节点=1)
每个节点中子节点个数=2

初始种群中,节点之间的连接也是随机产生的。其他参数的设定是根据一些实际检验的效果决定,事实上模拟的效果也说明它们很好。另外所有初始的值都设为0。

(三)模拟结果

计算的结果,主要分两块来说明:第一,训练样本中个体的表现;第二,测试样本中最好个体的表现。利用GNP-RL算法进行策略优化生成并进行交易,群体规模为300,随着策略的进化更替,群体最佳收益回撤比大幅增加,收益回撤比中值也在同步增加,整个进化过程共计经过了54次,总计测试策略数

量达到了35000个左右,至进化结束时,最佳个体收益回撤比达到了32.5倍。从表2可以看出,从交易次数上看,GNP-RL的交易次数较多,总体的收益水平为正,可以作为很好的投资交易手段,这样在一定程度验证了外汇市场适应性市场假说的理论。

同时算法在样本外测试的结果也令人满意,随

表2 GNP-RL各指标评价

GNP-RL 评价	Trades	AProf	PercProf	PI	Ret	MaxDD	Sharpe Ratio	Avg Prof	AvgLoss	AvgPI	Max Prof	Max Loss
EUR_USD	199	123	61.81	190949.5	19.09	699605.1	0	5.14	-3.95	1.67	5.82	-5.05
USD_CAD	82	63	76.83	39843.53	3.98	102729.4	0.02	5.01	-1	3.61	5.26	-4.76
GBP_USD	134	92	68.66	1213459	121.35	645781.5	0.07	5.23	-0.22	3.52	5.73	-4.76
AUD_USD	325	149	45.85	25087.58	2.51	184099.4	0.01	5.08	-3.67	0.34	5.55	-5.93
NZD_USD	243	93	38.27	53668.32	5.367	791853.1	0.03	5.13	-2.68	0.31	6.16	-5.36
USD_CHF	256	121	47.26	163701.2	16.37	1754689	0.05	5.23	-4.76	-2.77	5.62	-5.02
USD_JPY	73	69	94.52	1606347	160.63	424000.7	0.09	5.23	0	4.95	5.47	0
EUR_JPY	266	74	27.82	-70980.9	-7.98	993778.8	-0.04	5.3	-3.88	-1.33	6.52	-5.53

着时间的推进算法的累积收益率不断递增。虽然一段时间有小幅下降,但总体趋势是令人满意的,如图2所示。



图2 GNP-RL样本外累积收益

三、结 论

从实证的结果可以看出,使用本文提出的算法,在相对于股票市场更有效的外汇市场上,在样本外获得了超额的收益。GNP-RL算法具有适应实时市场、动态地调整交易技术指标策略的能力,因此相对于优化领域的其他方法,本文构建的算法具有很好的获利能力。在未来研究中,将寻求通过结合统计方法和更多的机器学习算法来实现优势互补,在量化交易投资中取得更好的效果。□

[参考文献]

- [1] Levich R M, Thomas III L R. The Significance of Technical Trading-rule Profits in the Foreign Exchange Market: A Bootstrap Approach [J]. Journal of International Money and Finance, 1993, 12(5): 451-474.
- [2] 田晓林. 适应性市场假说的研究进展[J]. 经济动态, 2005(4): 97-101.
- [3] 周东生, 唐煥文. 有效市场假说与市场适应性有效[J]. 管理科学, 2005(3): 76-80.