

# Elaine Rich 谈 专家系统与神经网络能够结合在一起

——Ware Myers访问记

符号推理系统，或者说基于规则的专家系统，已成功地应用于从过程控制、信用评级到保险证券包销和医疗诊断等众多领域。但是，业已证明仍有一些问题仅仅使用纯符号技术是难以解决的。在许多这类领域中，基于人工神经网络，即连接机制的系统大有希望，从而产生了一个新的研究领域——混合型系统。

在Elaine Rich领导下，MCC公司的AI实验室正着手进行一个混合型系统的开发项目，可望在91年内研制出一个用于过程控制的实用模型系统。Rich曾在布朗大学获语言学和应用数学的学士学位，并在卡内基-梅隆大学获计算机科学博士学位。在加入MCC之前，她是德克萨斯大学的计算机科学助理教授。

**Ware Myers(WM)** 符号推理系统与人工神经网络在许多方面不同，你认为这两种不同的机制能够显示其各自优势的主要特征是什么？

**Elaine Rich(ER)** 一般人可能对神经网络不太了解，我们就从它讲起吧。简单而言，神经网络能够处理含噪声数据和近似数据；能从训练样本中自动获取知识；能逐步学会适应环境的变化；能推广到以前未曾处理过的情形；并且，一旦训练完成后就可快速地执行。

**WM** 非常简洁。那么符号系统呢？

**ER** 符号系统能被显式地告知以规则，在其已知基本规则的情况下，就无需输入大量的细节数据；能模块化编程，从而当个别

事实改变时易于修改；能对结论作出解释；能在系统不知道时告知外界；能对多种可能性进行选择；能处理非常复杂的情况；能与传统的符号数据库接口；并能记住输入给系统的信息。

**WM** 你的意思是这两种技术以不同的方式获取知识？

**ER** 是的。其中一点差别就是神经网络是自底向上学习，而符号系统是自顶向下学习。我们通过给神经网络提供大量的经验数据来对它进行训练——例如，给出一个关于个人信用记录的数据库。从这些数据中，神经网络试图总结出能够区分各种不同可能性的典型特征，它同时具有在其所见的数据点间进行插值的功能。但是，神经网络从不用来在训练数据库中查询细节。

对符号系统而言，是提供给它已建立好的一个规则集，这些规则是直接或间接地从该系统所作用的领域的人类专家那里获取的。然后，系统把这些规则应用到该领域中的具体情况上去。

**WM** 这么说，这两种系统使用数据的方式是不一样的？

**ER** 是的，符号系统中的数据库包含那些可直接用于问题求解的事实。一个“事实”类似于一个商品的价格或一个雇员的薪水。神经网络仅在训练阶段才使用这种事实型知识，在问题求解时则不用。训练数据库仅包含作为自底向上学习基础的经类型知识。事实上，一旦学习过程结束，包含训练样本的数据库就没有什么用处了。

**WM** 给出了这两种技术的不同特征及其许多可能应用的不同特点之后,你认为应如何将它们结合起来呢?

**ER** 最简单的方法就是我们所谓的“黑盒/细线”(black-box/thin-wire)结构。每个盒子或者是一个符号系统,或者是一个神经网络。盒与盒间的通讯通过一个带宽很窄的信道——细线——进行,但任何一方都不知道另一方的内部情形。

**WM** 还有其它可能的结构吗?

**ER** 存在一系列可行的混合体系结构。下面列举一些:

(1) **黑盒模块化**(Black-box modularity): 每个构件,不管是符号系统或神经网络,均以符号化形式输出其结果,并且每个构件本身也都以符号化形式表示。

(2) **并行管理和控制**(Parallel monitoring and control): 神经网络用于正常方式的过程控制,而符号系统用来处理意外情况的发生。

(3) **训练式机构**(Training wheels): 符号系统从示例中生成数据,并用其对神经网络进行训练和管理。

(4) **指导式**(The guide): 神经网络提供启发式搜索的估价函数,由符号系统去执行。

(5) **神经网络的符号化机制**(The symbolic setup of a neural net): 例如,符号系统可以收集训练数据。

(6) **上下文相关**(Context biasing): 例如,以符号形式表示的上下文信息能帮助神经网络进行字符识别或语音理解。

(7) **符号信息的神经网络获取方式**(Neural net acquisition of symbolic information): 神经网络寻找用于嵌入规则或框架中的模式。

(8) **两院制结构**(Bicameral architecture): 两种形式的知识可以共享。

**WM** 这些方法如何实现?

**ER** 前五种基本上是细线型结构,可

用现有技术实现。(6)和(7)也可用来构造某些系统。最后一种属于紧耦合结构,有待于研究。目前,不同种类的体系结构相继出现,我们希望能够研制出更大更好的结构以及关于何时使用与如何构造它们的通用性规则。

**WM** 这些结构中是否有已实现的?

**ER** 有的。总的来说,目前已实现的系统是用符号系统解决某些子问题,而用神经网络解决其它子问题。这些系统将神经网络的输出转换成符号化的形式输入到整个系统的符号处理部分。

这种结构被称作为管道结构,是黑盒/细线模块化的一种典型特例。一个很好的例子是由M.L.Smith在Eaton公司开发的汽车紧急刹车平衡系统。这个混合型系统包含两个基于知识的单元和五个神经网络子系统。首先,由操作员从一个专门的刹车平衡分析器手工输入信息和事实数据到一个基于规则的预处理器。然后,将来自刹车平衡分析器的数据同时加到五个神经网络子系统。前面的系统将分析器的原始数据以图形方式显示,供专家分析。每个神经网络子系统对相应于每个图的数据按“好”或“坏”进行分类。最后,这些判断以符号形式输入到第二个基于规则的诊断系统,该系统对其进行分析,并在适当的时机建议刹车系统复原。

**WM** 下一步要做的是做什么?

**ER** 我们希望能将这两种技术结合得更好一点。以保险公司、信贷公司或其它能够进行风险估价的类似组织为例,它们都记录了大量的关于过去的顾客和交易的数据,不管那些交易最终是否盈利。我们可以利用这些数据来对神经网络进行训练,训练完成后,给它提供关于一笔交易的特征参数,由它来判断以这些参数决定的交易是否可行。

此外,随着神经网络所处的工作环境缓慢发展和涉及不断地处理一些新应用,它能适应环境中出现的一些新因素,同时能很好地处理渐变。相反地,基于规则的系统

——即依赖专家对规则进行修改的系统，在处理渐变方面不够高明。我们需要知道的是，当规则发生变化时，原先的神经网络以及它所存贮的经验数据是否仍然适用于变化后的情况。我们希望一个系统能反应这种变化。

**WM** 你的小组正在开发的过程控制应用指的是什么？

**ER** 这是一个与我们的一个股东合作的项目。我们以两种方式使用混合型系统。在制造和化工过程中，由于人们无法很好表达他们是如何用最少的材料和能源消耗来获得最大的生产量的，所以抽取规则就变得十分困难。不过，这些工厂拥有大量关于以往实际操作的数据，通过用这些数据训练之后，神经网络可以提供一种控制日常操作的理想方式。

**WM** 这没有考虑异常情况的发生。例如，当管道或阀门破裂时，你们怎样处理？

**ER** 这时，也许神经网络就不一定会作出正确的响应，因为用以训练它的常规操作数据库中并没有考虑这些异常情况，而且神经网络也不太善于处理它们预先不知道的情况。因而，我们就需要一个基于规则的系统。在遇到异常情形时，领域专家可以根据物理学、机械学和其它学科的原理想出解决的办法。比如，当某个阀门泄漏时，就应当关掉通向它的管道；当温度高于沸点时，就打开蒸气释放阀等等。

总而言之，神经网络多半处于运行状态，管理常规的操作，而基于规则的系统仅在发生异常情况时才进行干预。

**WM** 那么，你们将符号系统和神经网络结合起来的第二种方法是什么？

**ER** 即使在常规运行时，符号化模型也是很有用的，因为它能与领域专家交换信

息，能解释其推理机制。当然，在某些时候，领域专家也可以不采用它。所以我们可以使用神经网络来检测数据并从中抽取能够用于众多实际控制的符号化模型。

**WM** 看来，你们的研究工作是从实际应用的目的出发的。

**ER** 是的。有些应用已成功地使用了两种技术中的一种。从这样的应用开始是一个很好的策略。然后我们将考虑那些做得还不够好的部分，看看是否能把它们综合起来会更好一些。

**WM** 让我们来探讨一下体系结构的另一种技术即两院制结构。

**ER** 我们所指的两院制结构就是在整个系统中，大多数知识同时以神经网络和符号形式两种方式表示，每部分以各自独特的推理机制工作，但必要时可从一种形式中抽取知识并将其转换成另一种形式。所以，尽管知识是以两种形式表示的，但实质上是共享的。一个例子就是用神经网络去构造一个符号化模型，正如我们前面所描述的。当然我们希望反过来也同样如此。

比如，在保险业务领域中，我们希望当新的法则或规程制订后能相应地对神经网络进行更新。

**WM** 你对不久的将来有什么期望？

**ER** 我相信我们将会看到更多的这种混合型系统的具体应用实例，象我们已介绍过的制动和过程控制系统，也会看到用于构造这种系统的更好的工具的出现。同时，由于我们不断地探索如何最大限度地结合这两种技术，我们将有可能构造出更多的功能更强的系统。

〔梁戎刚 孙善晖译自《IEEE EXPERT》VOL.5 No.5, OCT.1990, 蔡庆生校〕

（接第61页）

用化过程中又急需解决的问题，如对逻辑语言进行扩展后的模型论语义及其合理的计算语义，分层或非分层递归的查询优化策略，

知识的同化吸收以及KB技术和OODB技术的有机结合等。（参考文献略）