



第4章 思维运作



第12讲 艺术创造

艺术创作向来被人们认为是只有最有灵性的天才能够胜任的工作，很难想象一台没有情感的机器也能创作艺术。但事实上，机器不但在人类理性模拟方面取得了巨大成就，就是在人类诗性艺术创作方面也同样有着不同寻常的表现，并几乎在艺术领域的诸方面均有所作为。

在这一小节中，我们围绕着情感艺术创作一般规律，来探索机器艺术创作可能途径，并以机器音乐为例，一睹目前机器艺术创作的风采。



1、情感审美机制

情感对于艺术创造，那更是至关紧要。大多数学者都会赞同这样的观点，就是**艺术是情感的表达**，或者说**艺术表达受到情感的驱动**，因而是一种**充满情感活力的想象活动**。

按照这样的观点，不同的艺术形式，不过就是情感在不同载体上的特殊表现罢了。比如情发于文，诗也；情寄于形，舞也；情载于声，乐也。如此等等，不一而足。一句话，**真正的艺术，在于真情性的流露**。



1、情感审美机制

挪威学者布约克沃尔德在《本能的缪斯》中指出：“缪斯是女神，她们可以通过语言、舞蹈和音乐来改变世界。……创造力来自于缪斯的世界，也就是说，缪斯天性就是创造力的基础。如果没有这唯一属于我们自己的缪斯天性的表达，我们就不能把存在的原始材料塑造成人的生活。”（布约克沃尔德，1997：274）这缪斯，不是别的，就是支配我们情感冲动的本能。

因而，要想展开艺术创造规律研究，首先就要探讨其中情感驱动作用。



1、情感审美机制

目前业已探明，人脑中的边缘系统是情感神经中枢的所在。

尽管我们还没有确定边缘系统各个结构分别承担的功能，但一般认为包括下丘脑、边缘叶和杏仁体之类，都与情绪和本能行为有关。

当然，情感性行为表现还受躯体运动系统、自主神经系统和下丘脑调控的内分泌系统所控制

。



1、情感审美机制

至于情感表达则是指个体将其情感经验经由行为活动表露于外，从而显现其心理感受，并藉以达到与外在沟通的目的。

情感表达有很多不同方式，如语言文字、音乐旋律、身体活动等，凡是能用来表情达意的，均可用来表现情感。

由于涉及到高级认知活动，这样的情感表达活动，也跟边缘叶与左右颞叶、前额叶相互协同作用密切相关。这样一来，边缘系统不单对人类行为的灵活性和创造性有不可估量的贡献，而且这一古老的神经组织与新新的大脑皮层有着天然的广泛联系，使得大脑的情感功能趋于丰富完整。



1、情感审美机制

我们知道，情感是主观评价的主要部分，而评价肯定是审美意义产生的基础，即康德所谓判断力。因此，情感不仅是艺术审美活动的基础，同样也是艺术审美意义发生的基础。从认知神经角度讲，由于与神经活动的宏观模式有关的并不是刺激本身，而是刺激对机体的意义。因此，即使从神经机制上来看，同样神经活动的本质是意义而不是信息，而决定外部信息是否有意义的是价值评判。



1、情感审美机制

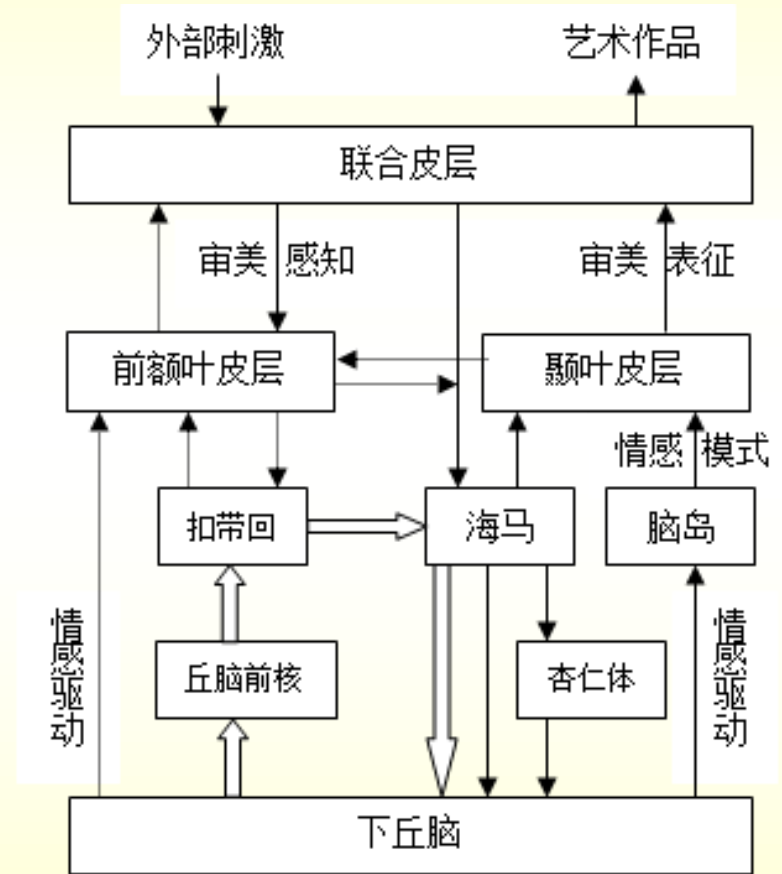
事实上，作为情感性艺术，比如音乐、舞蹈和诗歌，唤起情感体验的神经机制与那些其他非审美情绪感受（如恐惧、愤怒、负疚等）的神经机制不相同。由此可见，**审美性情感体验**可以说是**艺术活动的主要目的**。

在大多数情况下，这种内在**情感体验与审美**是**不可言传**的，因此，如何将**艺术创作活动与情感审美认知联系**起来就成为认知神经科学研究中的一个难题。



1、情感审美机制

为了能够为机器艺术研究提供有用的参考，我们通过目前已有认知神经科学研究的部分成果，可以勾勒出有关**情感驱动艺术创造活动**主要涉及的**脑区**及其**相互作用**关系，以便能够对其中的艺术审美创作过程有一个大致的了解，如图所示。





1、情感审美机制

根据当代认知神经科学的研究成果已有的结论与艺术创造中情感的作用，我们可以总结出，**情感驱动**是创造性艺术表现的**源动力**，**审美选择**是创造性艺术表现的**约束力**，**认知表达**则是创造性艺术表现的**形成力**，这三个部分分别涉及下丘脑、前额叶，以及颞叶与联合感知区。

因此，说到底**艺术创造性能力的核心**是**情感驱动**，再通过前额叶的**有序化审美选择**，然后**以感知和运动相关的认知活动加以表现**，其中前额叶的**抑制和控制**能力是美成为有效表达的关键。



1、情感审美机制

总之，无可否认地，只要有人类艺术活动的地方就存在着审美性情感，而正是这种审美情感本身的丰富、变化及和谐，才使得我们人类的艺术显得无比神奇、美妙和伟大，使得我们的艺术充满着生机和活力。

End 1



2、新奇思维模型

情感艺术表现最主要的特点就是**创造性**，不但要**拒绝非审美性**的庸俗情感，而且**拒绝雷同性**的艺术形态。因此，创造性思维能力，就是成为艺术创造的第二个方面的关键能力。

通过艺术家的**创造性思维能力**，将具有审美意义的情感转化为**新奇性的审美意象**（情思、观念），才能为艺术创造提供真正的一砖一瓦。



2、新奇思维模型

当然，创造性思维能力是人类智能的一个基本特征,但对于机器智能模拟实现而言，确实一项十分困难的任务。不过，如上所言，创造性思维能力的机器模拟实现，对于艺术创造来说则显得特别重要。

因此，对产生新奇性意象的创造性思维能力进行建模研究，也早已成为人工智能研究的一个重要内容。



2、新奇思维模型

因此就新奇性审美意象的创造性思维过程而言，可以看作是一种在意识性审美选择与无意识性情感驱动之间相互作用的动力学过程，包括准备期、酝酿期、灵感期和完善期四个阶段。

其中：

从“准备期”到“酝酿期”是从意识性审美选择转向无意识性情感驱动，

从“灵感期”到“完善期”又从无意识性情感驱动转回意识性审美选择。

了解这一点，对于构建新奇性审美意象的艺术创造性思维计算模型至关重要。



2、新奇思维模型

从宏观上看，整个艺术意象创造性思维模型由审美选择子系统和情感驱动子系统耦合构成，其中：

审美选择子系统提供稳定信息源，对意象创造过程起到协调和抑制作用，以显性模式对创新张力的规避进行调节，保证新奇性意象发生过程的有序性；

情感驱动子系统则提供不稳定信息源，对系统中细微变化起到竞争、放大、自激、弥漫等作用，以隐性模式带来新奇性张力。



2、新奇思维模型

由于系统中有来自审美**选择**和情感**驱动**两个既**对立**又**统一**的信息源，这样系统中的**意象创新性**状态就具有**量子纠缠态**的特点，而创造性思维正是系统处于稳定与不稳定之间的边缘，意象创新**灵感**就源于这样一种系统边缘的**相变阶段**（或称突变涌现）：或导致**新意象内容**的出现，或**回归旧意象模式**，当然也可能导致系统**崩溃**，进入无序状态。

这样，建立新奇性审美意象发生的**创造性思维**模型就可以采用一种**群体量子场论**的构想来**模拟**建立，具体考虑如下策略。



2、新奇思维模型

首先，将涉及到新奇性审美意象发生的神经系统各部分作为一个**整体**由某种**量子场波函数**刻画，记为 $|Q\rangle$ 。**情感驱动**和**审美选择**作为两个互补对易的**作用算子**，可以随时共同作用于波函数 $|Q\rangle$ 及其频谱变换 $|F\rangle$ ，以获取新奇性的审美意象

其次，要**区分**反映情感驱动和审美选择影响的波函数**构成因素**，使其成为一对真正的**互补性**创造性心理**作用量**，使得整体**量子系统**的创造性状态，**能够**处在混沌边缘上的稳定和不稳定之间的一个**相变阶段**。这样在无意识情感驱动潜在作用下的有意识审美选择测量，能够使波函数塌缩到某个**本征态**，代表的就是**新奇性**审美意象**发生**。

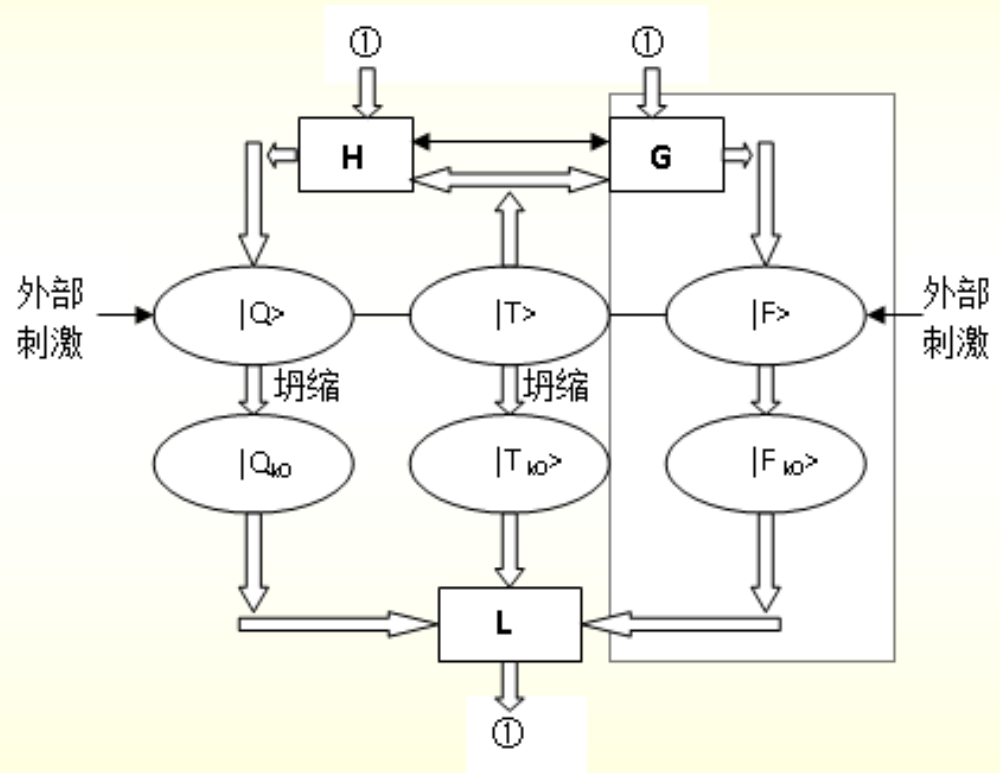
最后，借助于**量子计算编码理论**，给出上述创造性思维过程中系统状态相应的**量子编码描述**。

从而，进一步利用量子机制，以**复杂性**解决**复杂性**的方法，就可以通过量子计算理论和技术在一定范围和程度上来实现这种新奇性审美意象涌现过程的计算描述



2、新奇思维模型

具体地讲，如果我们用H和G分别代表相互互补的审美选择和情感驱动的量子作用算子，那么根据前面给出的思路，我们就可以给出一种新奇性意象涌现过程的量子计算模型，如图所示。





2、新奇思维模型

当外部刺激作用于系统时（宏观心智活动，相当于在给定经典环境中的测量），系统状态 $|Q\rangle$ 坍缩为某个本征态 $|Q_{k0}\rangle$ ，对应的激活图式代表着某种新奇性意象内容（即意识对象）。此时，由于纠缠性关联， $|T\rangle$ 和 $|F\rangle$ 也分别相应坍缩为对应的 $|T_{k0}\rangle$ 和 $|F_{k0}\rangle$ ，代表着意识活动的时间结构信息和潜在的情感状态。模型中， L 代表系统的学习适应调节算子（泛函算子，或称元算子），结果则是对 H 和 G 算子进行修正。并在一次坍缩后重新启动系统，开始新一轮的情感审美活动。



2、新奇思维模型

总之，通过上述的创造性思维模型构想，可以给出新奇性审美意象发生的一般过程刻画。当然，作为完整的艺术创作而言，要将创造出来的新奇性意象（观念、情思）等创意性艺术要素，最后通过**认知加工**，采用一定的艺术表现形式，加以**组织**起来，才形成一件具有优美结构的艺术作品。下面我们最后就以音乐创作为例，来介绍机器组织生成具体音乐艺术作品的计算方法。

End 2



3、机器音乐创作

首先在音乐创作方面，早在200年前，当英国剑桥大学的查尔斯·巴贝奇教授发明现代机器的前身——分析机的时候，他的助手、著名诗人拜伦的女儿艾达·古斯塔·莱温赖斯就曾经预言这台机器总有一天会演奏出音乐来的。艾达认为：如可表达并修改“和声”与音乐作曲学中所确定的各“音符”间的基本关系，则机器可创作出精美的、符合科学规律的、复杂程度不等的音乐片段。



3、机器音乐创作

最早进行机器自动作曲的是希勒（L.Hiller），1959年他通过**机器程序**（采用马尔可夫随机过程模型）成功创作出音乐作品《伊里亚克组曲》。实际上，机器能够作曲很大的原因在于乐曲一般都有一定**规律**可循，并且这种规律又往往与自然的规律或数学的规律有某种共通之处。



3、机器音乐创作

一个最简单的方法就是按照一个**转换表**来依次选择音符。

这个转换表就像一个**函数**，其自变量是当前的音符，而函数值则是下一个要出现音符的可能性。

转换表可以按照一定的**标准**手工构造，并且嵌套一个特定的音乐风格。不少像希勒开发的机器作曲系统，都采用这种被称之为**马尔可夫链**—随机过程的方法来创作旋律（音高和节奏的选择）或为旋律配置和声（和弦的选择）。



3、机器音乐创作

当然，随着机器智能方法的不断成熟，至今为止，出现了为数众多的、更加成熟的机器作曲或辅助作曲系统。

归纳起来目前主流的机器作曲方法大约有语法生成规则、神经网络计算和遗传演化算法三种类别。这里，我们简要地介绍这些方法及其在不同的音乐创作系统中的应用情况及相关的结果。



3、机器音乐创作

语法规则生成方法主要是采用各种层次的语法来生成不同的乐曲。

在机器音乐创作中，对于基本和弦序列的产生，可以采用某种预先设定的曲式语法，来满足即兴演奏实时性的要求。当然在机器实现中，这样的语法必须使用最低程度短时记忆的处理方式。语法规则生成方法是一种比较直观的机器作曲方法，因此有比较广泛的应用。



3、机器音乐创作

不过，音乐语法是事先确定好的，所以类似于人类音乐家，所开发的作曲程序也有某种特定的音乐风格，并且这样的音乐创作系统也**不具有改变规则的元规则能力**。

与大多数其他“创造性”程序一样，所开发的程序也是使用**随机选择**风格来约束允许的各种可能性。通过这样的选择，可以产生**不可预料**的音乐，但产生**不出超出预先设定风格**的音乐。



3、机器音乐创作

与符号语法方法不同，神经网络方法主要通过输入音乐学习已有乐曲的表现特征，来产生其它相同类型的乐曲，并靠人类教师指导来进行“强化”，形成特定风格的作曲系统。

比如，在神经网络计算方法的具体运用中，可以使用递归神经网络来构造机器作曲算法，并用反向传播学习算法进行来训练。



3、机器音乐创作

神经网络为算法作曲在方法上提供了一种选择。它能松散地模拟人脑中的活动，但往往似乎并不有效。因为在一个人工神经网络能创作旋律之前，**先需收集大量的作品来训练**它。可以将神经网络这种**表层语法**与**符号逻辑**更深层的语法相结合，结果能够使创作的**乐曲**更加**丰富**。

不管是语法规则，还是神经网络，都存在一个比较共性的不足，就是**难以评判**所生成乐曲的**优劣**程度，因此往往创作的音乐质量参差不齐，要靠运气偶尔“创作”出优美的乐曲。



3、机器音乐创作

为了克服这种不足，目前机器作曲都采用遗传演化算法来进行机器音乐创作研究。**遗传算法**（**Genetic Algorithms**）是一个使用适应函数（**Fitness Function**）来演化候选者（染色体）的**全局优化**算法。在使用遗传算法进行音乐创作的工作中，主要是如何构造适应函数来评估及选择系统生成的旋律问题。



3、机器音乐创作

采用遗传算法开发机器作曲系统的一个优势是，音乐初学者可以通过人机交互的方式创作自己喜爱的音乐。也就是说，只要寻找到理想的适应度评估函数，就能够允许没有任何作曲技能的人，来通过音乐作曲系统进行音乐创作。



(a) 所选动机



(b) 对位结果

二声部创意曲对位展开



3、机器音乐创作

二声部创意曲的作曲过程主要分为四个步骤：

- (1) 动机生成 (Motive) ,
- (2) 模仿再现 (Imitation) ,
- (3) 对位展开 (Counterpoint) ,
- (4) 添加插句 (Episodes) 。根据作曲理论，二声部创意曲的作曲模式可以归纳为如下两个声部的行进文法模式：

(1) Motive -> counterpoint -> imitation -> episodes -> motive -> counterpoint -> ending;

(2) Rest -> imitation -> counterpoint -> episodes -> counterpoint -> motive -> ending;



3、机器音乐创作

这样，再引入遗传算法和神经网络相结合方法，于是我们就可以按照如下步骤开展二声部创意曲的机器作曲。

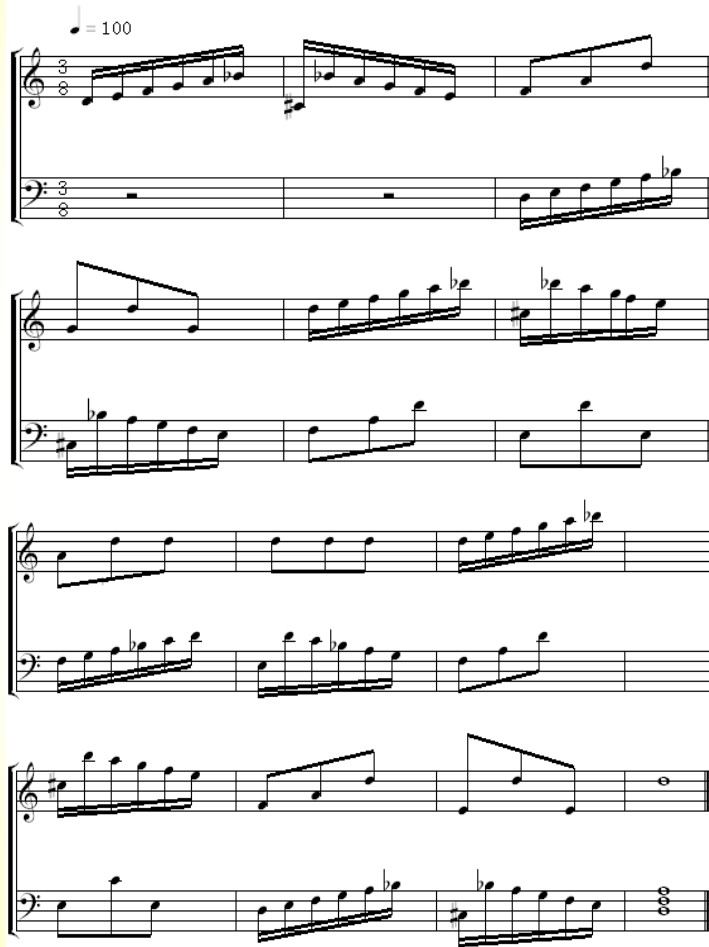
第一步，采用遗传算法进行动机的产生，这一步的关键是产生动机优劣的适应度函数选择，要充分考虑到和声效果和音程关系。

第二步，采用三层BP神经网络来进行对位展开，并通过训练，能够对给定动机进行适当的对位展开。比如前面图（a）是选择的动机，（b）则是对位展开的结果。

第三步，按照二声部创意曲行进文法模式，加上简单的模仿与插句，最后形成二声部创意曲的作曲结果，如下图所示。



3、机器音乐创作



机器创作的二声部创意曲

SOZRA Pulse Music from the home planet



Sozra系统的作品



3、机器音乐创作

总之，相对于其他艺术形式，音乐艺术的机器创作还是比较成功的。不过细心的读者也许已经发现，这里面还是存在一个情思意象的驱动问题。人类创作音乐是出于内心情感和思想的驱动力，是有感而发；但是机器呢？机器的创作音乐是通过**固定的程式**，或**随机**或**模仿**或**选择**来生成的。



3、机器音乐创作

此时，你就不难发现，目前的机器音乐创作并没有解决情感驱动、意象创造等功能的有机结合问题。

或许，这就是目前机器艺术创作研究共同的难题，机器如何能够结合前面小节讨论的话题，在审美情感驱动和新奇性意象发生的基础上，来自发地创作艺术作品的问题！我们期待未来的智能机器能够解决这一难题。