

工程是什么和它应该是什么 ——一种基于“可供性”视角的研究

曹东溟

(东北大学 科技哲学研究中心, 沈阳 110819)

摘要: 透过“可供性”视角去追踪工程创新的实际发生过程, 会发现工程创新实质上就是对“可供性”的“摆弄”过程; 在工程创新的发展和演化过程中, 会对“可供性”进行模块化和生境化的显现; 而在这一工程造物过程中会显现“工程可供性”, 它与自然的“可供性”之间是存在差异的, 并因而成为技术异化的根源之一。

关键词: 可供性; 工程创新; 可供性模块; 小生境

中图分类号: N03 ; B01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-4969(2020)02-0174-07

“可供性”是心理学家詹姆斯·J·吉布森 (James J. Gibson) 在其 1977 年的文章“可供性的理论”^[1]中创造并首次使用的一个术语, 后来在他 1979 年出版的著作《视觉感知的生态学进路》^[2]中又得到了系统性的阐释与完善。此后, 这一理论就成为众多研究领域的新的焦点, 无论在心理学、哲学、社会学等理论研究方面, 还是在工程创新、人工物设计等实践当中, 可供性都逐渐成为一个理解人与自然发生关联时的生态性的基础概念。在可供性的视角下, 工程技术就成了一种在人与自然的界面进行的造物活动; 每一个工程都是对大自然的某种模仿; 工程创新所面临的悖论, 即工程给我们带来了兴奋的同时也带来了不安, 则源于这种对可供性的不完全模仿。

1 可供性的理论背景及其作为工程哲学研究进路的理由

作为 20 世纪最重要的认知心理学家之一, 吉布森的可供性理论不仅为认知心理学、环境心理

学开辟了新的领地, 也逐渐成为一个理解人与周围环境发生关联时的基础性概念。到目前为止, 关于可供性的研究文献已经遍布诸多研究领域, 也为哲学、尤其是技术哲学研究提供了一个基础性的启示。

吉布森的妻子埃莉诺·J·吉布森 (Eleanor J. Gibson) 后来对可供性理论进行了进一步研究, 并在《知觉学习与发展的生态学进路》这本书中创建了她的知觉学习理论^[3]。此外, 20 世纪早期, 雅可布·冯·岳 (Jakob von Uexküll) 也曾系统地讨论过这个概念^[4]。1988 年, 唐纳德·诺曼在《设计心理学》^[5]这本著作中首次将可供性概念引入“人机交互” (human-machine interaction) 设计领域, 用来特指那些可供行动者感知的可能性。他使这个概念不仅依赖于行动者的生理功能, 也可以依赖行动者的目标、计划、价值观、信仰以及过去的经历。罗玲玲认为“可供性理论”将在技术认识论和方法论等方面对技术哲学研究产生重要影响^[6], 比如: 从可供性能够激发和产生动物相应的行为方面, 探究可供性与人类的技术行为

之间的密切关联；从可供性关乎有机体依赖周遭环境生存的角度，探索技术人工物的起源问题；就可供性属于关系范畴而言，寻求由本能性技术向智慧性技术跨越的生态依据；通过了解人如何在自然物中预先嵌入未来的感知和行为，从而了解如何造就能够提供新的可供性的人工物；可供性理论的具身性特征可能带来技术现象学的某种突破。

本项研究中，我们脱开语义、概念上的哲学大战，另辟出路，秉承吉布森的原意，到具体的活动中去“看”可供性如何演出，通过解剖工程创新过程来观察可供性是如何存在、发生、发展的。

首先，既然“环境的可供性指的是环境为动物提供了什么^{[2]127}”，那么很显然技术环境或曰人工环境（或曰人化自然 Humanized Nature^[7, 8]）也存在可供性。如果“可供性既不是一种主观属性也不是一种客观属性。……你也可以认为它同时具有两种属性，”“可供性既是环境，也是一种行为。可供性既是物质的，也是精神的，或两者皆不是，”“可供性指出了两个指向：一个指向环境，一个指向观测者，”^{[2]129}那么可供性就可以成为研究工程技术发生、发展与演化新的出发点，或者至少是新的视角，因为工程技术正是这样一种关系的直接承载者。

其次，既然可供性是可以激发和产生动物相应的行为的某种关系实在，那么就可以从技术的实际生成和演化角度——准确地说是从工程创新的发生过程和累积演化中去看可供性是如何展现、运动和变迁的，并可依据其在场的特征，勾勒出可供性变迁的模式。这是因为技术正是人类某种特定“行为”的产出和积累的产物，其中应该蕴藏着可供性的踪迹。从这个角度看，如果能够将技术的发展演化——工程创新过程——清晰地描述出来，那么可供性的面貌是有可能得以窥见一二的。

第三，选择工程过程作为分析的对象是因为

相对于技术发明与技术设计，工程过程更为完整。工程固有的经济内涵使得可供性在“引发行动的机制上”^[9]与诸如伦理、价值、文化、惯例、甚至宗教都发生了关系，这使得可供性与属人（因为可供性论域是涉及所有动物的）的一些特性之间的关系也能得到比较集中的展现。另外，从可供性的恒常性（invariance）、以及这种恒常性与其在场性等问题都可能在工程创新这个完整的“人类认知并改造世界”的过程中得以展开。

2 可供性模仿：工程造物的本质

从过程论的视角来看，每项工程都是一个对创意的产生、量化、物化、意义化、共识化的过程。具体来看，任何一次工程行为都必然起始于工程设计者的某个理念，即设计者对其设计结果的一种期待或想法。创意的来源常常不同，可能来自设计者个人的期许，或设计者对市场的理性分析，也可能是从调查中得到的直觉，这理念会因人、因时因地而异的。任何一次工程活动都必然经历将创意量化为技术目的的过程。一般来说，技术目的就是指具体的、明确的和定量的指标。技术目的通常依赖于已有的技术基础以及通过当时的客观环境条件来设定^[10]。接下来就是将创新理念付诸生产的实际物化过程，也就是技术目的的物理实现过程——实际的实施过程。这个过程是创新者利用一切可利用的资源主动建构的过程。最后很重要的是，还要通过某种方式向消费者或用户再现物化在产品中的那个原始的创新理念，以使使用者理解、知情并有兴趣参与——实际的消费或使用。这个过程一般是通过广告等各种营销方式来进行的。广而告之的意思是让“更多人知晓”，但是“知晓什么”，其实是广告的真正意义所在，真正成功的是那些能够准确地向消费者传递了“创新者的那个最初的理念”的广告，因此这是一个将创新产品意义化的过程。最后的成功实际上是用户和创新者之间达成了共识，这个共识可能是信息对称的，也可能不是，

可能是平等的、自愿的,也可能是权力(广义的,比如,某种资源、社会价值观形成的话语权力)压迫下被迫接受的。

以上可以被定义为是对工程创新过程的一种深层次外在描述。下面我们以具体的工程创新案例——福特 T 型车的创新过程为例——来重新“看”一下这个过程,旨在发现可供性是怎样变化、发展的。

2.1 可供性的聚集

工程创新的发生过程本质上是“可供性”的聚集与结构过程。以福特在 1908 年研制 T 型车时的创新为例。他当时的理念可以概括为要制造一种“更多、更好、更便宜”的汽车。这源于福特鲜明的个性,许多传记中对福特过分节俭的个性都做过详尽的描述^[11-13]。此后,福特依据当时北美的整体技术水平,做出了战略性的技术选择:福特公司从此将致力于标准化生产,只制造经济实惠的单一品种。在此基础上是更为具体的技术指标的设定:耗油量为 20 英里/加仑、发动机设计简单、底盘离地净空间距离高于其他车辆等等。“高底盘”的目标是因为当时美国许多乡村地段道路崎岖不平,当时城外最好的道路是光秃的泥土上铺了两英寸左右原沙土的灰沙路,此外便是农场的羊肠小道。T 型车具有较高的离地净空间和坚固的构造,对于适应这种路面具有无法比拟的优势,甚至在坑坑洼洼的田野里行驶也没有问题。我们通常说,T 型车上述技术目的的设定是在当时的技术水平上做出的。比如,1890 年美国的钢产量已占世界产量的 1/3;橡胶工业已经成熟;从 19 世纪 50 年代起,轮胎已用于马车;气阀理论在汽车发明前半世纪就由奥古斯特·施鲁德提出;美洲大陆上已有的精密制造技术;大规模生产中关键性的对于机器、机械、生产人员管理的直接经验;机械加工工厂的制造工艺等等构成了当时的技术背景。

所有这些意味着什么呢?实际上它们都是在

当时环境下为创新者所觉察的能够为进一步的工程创新行动所利用的“可供性”的技术形式的描述与表达。也就是说,技术目的实际上就是将创新理念与当时的技术水平和未来技术产品使用的客观环境等因素结合起来形成的一种量化的理念。其实质就是福特和他的工程师对当时汽车和汽车使用环境之间的“相协性”、相互的“赋予性”也即“可供性”的知觉的技术语言的表达。这些“可供性”是由北美当时的技术环境所决定,由福特所知觉,并通过语言这种特殊的表达方式加以转译形成特定的技术性语言。总之,所有这些可供性因着创新者的选择而聚拢了来,被简单地组合之后,形成了技术目的,即一种更精致准确的技术语言的表达。

2.2 “可供性”的结构过程——可供性模块的形成

众多的“可供性”聚拢组合的过程同时也是—个筛选的过程,进一步的筛选表现为某种“结构性选择”。比如福特在 T 型车的工程创新过程中就是上述可供性分别组合进而为产品创新、市场创新、生产工艺创新等不同的分系统服务。三者结构上构成了此次工程创新的核心层。其中产品创新是指创造了一种新车型——T 型车;生产工艺创新是指流水线生产方式在汽车业的应用;市场创新则是指由福特首创的网络式销售方式,这个网络遍布当时福特可以触及的各个角落,其作用是使得尽可能多的人不仅是听说过 T 型车,而且能够直接接触到 T 型车,这种对技术产品的直接感受是培养消费群的最佳方式。三类创新之间的关系遵从这样的逻辑:产品创新提供了一款目的明确、特点突出的汽车产品;市场创新让人们更多地知道了 T 型车、了解了 T 型车的优点,从而扩展了消费者群;工艺创新很好地满足了自己拓展的市场对自己创新产品的需求,并将创新的整体性成果推向更大的应用空间。每一类创新为了 T 型车这个特定的目标形成了“可供性”的

模块。模块一旦形成，后来的类似状况就经常被“模块化打包”应用了，从而变成了实际上的“新”的“可供性”。比如网络销售方式一经诞生就被广泛应用起来，直到现在。这种方式成为“新的可供性”的原因可能在于其高效性。福特当时的销售网络覆盖地区广阔，此种方式带来的订单可用“铺天盖地”来形容，订单进一步形成了需要生产方式创新的“机会位”，而这种“机会位”引发了新的生产方式的诞生，即大工业生产的标志性生产方式：流水线生产方式。三类创新相互支撑形成了一种内在的有机结构，因而使整个工程创新发挥了最佳功能，进一步模块化，形成了更为复杂的“可供性模块”。一旦“可供性”发生模块化，以后就常常会以类似惯例（convention）的方式起作用了。

2.3 “可供性模块”的固化——一种文化向度的视域融合过程

“可供性”在模块化之后，需要经由一种文化向度的转译方可获得社会的接受与认可。例如：在一个凌志汽车广告中，既要表现澎湃的动力和闪电般的速度，又要有处子般的沉静和平稳，就采用一辆豪华汽车在试验台上模拟高速行驶，同时在发动机罩上叠放玻璃杯，观众看到这些杯子不振不颤，没有发出任何一丁点声响。这就是经过复杂可供性组合结构后，优良品质的汽车——一个新的、好的小生境——要传递给人的感受。在工程创新的最后阶段，为了让新的技术产品为制造者之外的人所知道并最大限度地被接受，也就到了广而告之的阶段，新的模块化的“可供性”就需要一个叙事方式的通约努力。这也可以解释为什么从创意、制作到发布，许多惊世之作都需要巨额投入的原因。在美国，汽车商们1990年的广告投入中仅广告发布一项，就在报纸和杂志上花费了17.4亿美元，在广播上耗资2.3亿美元，

在电视上的费用超过了368.5亿美元^[11]121-122。广告的信息传递如果是准确的而且能够激发消费者潜在的模糊不清的应用某种技术物的共鸣，从而使尽可能多的消费者认可进而消费创新产品的时候，就是新的生态形成的时候，也就是工程创新成功的时候了。

综上，技术目的是对最初的理念（idea）的技术性解构，会成为一个技术目的群。接下来围绕着这个技术目的群，各种可供性会聚集显现。如果时机恰当，这时有可能出现一个技术目的性系统。此时，围绕着技术目的会出现可供性的族簇，从外部看许多相关要素会自动向目的聚集，这正是系统自组织开启的结果。从技术目的的实现是工程创新的内在诉求。和单纯的发明创造不同，工程创新有着明确的经济诉求。反过来说，只有追求经济目的的技术创造才是工程创新。而这个转译过程是要将单品技术的制造方式向批量生产的制造方式转换。因此，目的又一次被结构化。同样如果时机恰当，一个产业性系统将可能出现。一场产业系统自组织也将随之开始。批量的创新产品一经产生就面临了几种考验：一是这个产品是否是最初的那个理念的表达或表象，即中间是否出现了“可供性”引导的异化；二是这个产品如果完成了理念的表达，它是否能够引起用户的共鸣。即消费者在“看”这个产品时，是否直接“拾起（pick up）”（吉布森用这个动词来表达知觉的动作）到产品的“可供性”，从而愿意并有能力接受。而这将决定着上述一系列活动的最终成败。总之，从创新“理念”到“理念”的量化、物化过程就是一个可供性聚集、结构、模块化，从而形成新的可供性的过程。而这个新的可供性的所有构成元素都是自然界原有的可供性，其“新”表现为经过带有目的性的组合之后，某几种可供性有了更为紧密的连结，进而形成了经常被打包在一起呈现的习惯或者惯例。

3 技术性生态：工程造物的后果

生态学家有“小生境 (niche)” (生物居所的特定区间) 的概念。一个动物种群被认为利用或者说占据环境中一处特定的小生境。这与种群的“栖息地”不尽相同；小生境主要指的是动物怎样生存而不是它们在哪儿生存。吉布森认为小生境就是一套“可供性”^{[2]128}。

詹姆斯·阿特拜克 (James M. Utterback) 曾针对产业演化过程进行过阶段划分：流动阶段、转换阶段、特性阶段、摆脱特性阶段^[14]。可供性在工程的变迁演化过程中也呈现了阶段性的演化特征，而演化的方式是出现了以可供性聚集并结构化之后的生境性的显现、成长与固化，演化的机制是可供性的自展式累积。但是需要特别注意的是，这种工程活动建构出来的小生境是技术性的，与自然的小生境有着深刻的不同。这里我们将以美国汽车产业的演化历程为例来具体阐明这种变化。

3.1 新生境的显现

我们说在福特 T 型车占据主导地位之前，美国汽车产业的演变实际上就处于流动状态，此时产品创新是主导创新。流动阶段是发生大量变化的阶段，这个阶段的成果非常不确定，无论是公司的产品、工艺、竞争的领先地位还是公司的结构和管理皆如此。当时有上百家企业进行汽车生产，但是，产品创新面临目标不确定和技术不确定。产品变化速度快，新的产品技术常常粗糙、昂贵和缺乏可靠性。工艺创新率在流动阶段的早期通常远低于产品创新率。

3.2 新生境的成长

接下来，T 型车的出现标志着美国汽车产业转换阶段的到来。如果新产品市场增长，该产业就进入了所定义的转换阶段，市场接受了产品创新和出现了主导设计是这个阶段的标志。随着对用户需要的了解愈益清楚，竞争所强调的是为更多的专门用户生产产品，企业的焦点开始从创新

者的工作台转移到工厂车间，采用大规模生产方式制造新产品。在这个阶段，产品创新和工艺创新会有更为重要的联系。材料更加专门化，工厂里装上了专业设备，出现了局部的自动化，管理控制突然显得重要起来。生产运行方面不断增长的刚性表明，考虑产品变化需要更高的成本。

3.3 新生境的固化

后来，通用汽车公司以其市场细分的战略创新在 1920 年后超越了福特公司，并自此成为美国汽车产业的龙头老大。这标志着产业已经发展到了特性阶段，此阶段除了产品创新以外，工艺创新也成为主导创新。特性阶段的产品都有十分明确的界定，竞争者产品之间的差异小，共同之处较多。即使像汽车这种非常复杂的产品，都趋向于采用极为相同的设计和制造方案，基本上是同样的空气动力学形状、类似的发动机和内部设计等等。产品和工艺之间的联系现在极为密切。产品和工艺的任何细小变化可能都是困难的，而且支出也大，并需要另一方发生相应的变化，即使是小变化。例如，流水线上实现工艺步骤的重组，也会被制造领域视为革命性的变化。在特性阶段，从组织方面看，由发明者执掌权力的日子已经过去，代之以守夜者，由它们监控生产系统的平稳运行，这不是专指工人，也包括那些工作和技能反映工人工作的人，以及那些同样被技术变化改变了角色的管理者 and 工程师。此时，通用的全产品创新战略似乎不会再给竞争者任何可乘之机了。但是产业发展并不会停止，新的阶段终将来临。

吉布森说，“可供性”客观存在于环境中，只有当动物在环境中活动时，才会显现^{[2]129}。据此可以这样理解，“可供性”大多数是“深藏地下”的，如果不去发现或开采是不能显现的。吉布森还说，“可供性”指向两个方向，一个通向环境，一个通向观察者^{[2]129}。因此，对于人类来说“可供性”的库存是随着人类活动的演化而演化的。经历漫长的时间，随着人类活动复杂程度

的加深，“可供性”将一片一片地、缓慢地、偶然地显露出来。浅表可供性的显露，比如说摩擦木头可以生热并因之生火，是意外事件或偶然性的开发的结果并被人类在早期学会驾驭。有些深层可供性，比如说化学可供性一类的，是为早期的炼丹术士所发现的。可供性的积累是前后相继的。一个“可供性”引发另一个，然后再一个，直到最后相关“可供性”的整体脉络都被发掘出来。一套“可供性”形成了一个小生境，不同的小生境由于人类新的目的性活动进一步相互勾连，从而形成进一步的生境。就这样可供性的揭示从自身建构其自身。可供性通过自展（bootstrapping）累积式前进：可供性被俘获，应用这些可供性的设备被制造，进一步的可供性被揭示。

4 从“可供性”的不完全模仿到全模仿：工程的“应该”

工程造物过程是对自然可供性的非充分模仿，因此它在创造产品的同时也产生废物，这是我们对工程感到不安的根本原因。进一步地，社会对应这种非全面模仿的后果，会进行一种“有用”或“无用”的主观性的衡量，这是一种人类中心主义的、狭隘的道德和伦理观念。对可供性的这种不完全模仿或者非充分处理又潜移默化地进入到了社会制度体系当中，这种有缺陷的社会制度体系反噬人类，客观上形成了鲍曼（Zygmunt Bauman）笔下的浪费的生命^[15]。

反过来，通过工程的视角，我们也可以看到工程造物引发的自然“可供性”的变化。通过前面对工程过程的全景描述，我们可得出这样的结论，可供性的变化可以在两个维度发生：一个维度是工程在发展过程中的产生和模块化，包括装配、构建和模块化为“新”的可供性；在另一个维度，工程是通过形成、发展和固定一套新的可供性（吉布森也将其称为小生境）而演变的。工程中经过对“可供性”的负载媒介（即

各种表面）进行模块化和递归性的构造、覆盖，以及建构新的可供性系列（也就是技术性生境），从而对自然生态系统造成未知的影响。

正如前面所论述的，可供性模块化和生境性演化的基础是简单的“组合”机制，即在每一个具体的情境之下，行动向前推进的根本动力都是若干“可供性”的聚集、组合。但是，正是这种组合的机制，其未来的变化潜力将非常巨大。对于任何特定数量的“可供性”，组合的可能性是有限的，在数量很少的情况下，它们看起来并不大。但是一旦超出这些小数量，它们就立即变得极为庞大起来。如果其中允许冗余存在，则会出现更惊人的数量，而且实际情况是冗余的存在通常是更常见和更自然的。

问题是，这种冗余会被模块化到新的生境中去，而对于未来的新的该领域（环境）的进入者来说，其冗余形成的过程很可能已经被遗忘了，因此对于这种冗余会作为学习的内容照单全收——即努力学习，从而形成适应性的演化。而随着小生境的演化，冗余叠加起来构成的环境和原初的自然环境相比，非常有可能会走向一条“可供性异化”的道路，而那条道路通向哪里，是好是坏，我们还不能确切地知道。

工程价值悖论的根源在于我们对自然的业余模仿。我们在可供性问题上做出了功利主义的选择，但我们并没有对如何对待我们创造的可供性冗余给予深思熟虑的考虑。结果是，我们的世界被更多的、混乱的、未完成的可供性所笼罩。那么我们在实践中能做些什么？

首先，当我们关注如何在设计和制作人工制品中使用可供性时，需要关注以下问题：我们如何应对可供性的模块化带来的可供性的冗余？生态位的本质应该是什么？生态位自然与否对我们来说重要吗？什么样的生态位对人类真正有好处？人类能做些什么来影响可供性的变化？

其次，可以尝试推广3R的伦理原则。即要建设负责任的工程（Responsible Engineering）；重

新设计“废物”(Redesigning of the Waste);重新思考制度设计的整体性(Rethinking the integrity of system design)。

5 结语

吉布森认为,“可供性”是“不断变化的不变性”^{[2]7}。其不断变化是说可供性有一个不断被揭去面纱,从而不断露出新的面貌的过程。通过工程创新的视角,“可供性”经过了目的性聚集、模块化结构、生境性叠加,逐渐融合于人类生存环境之中,形成了与人类共生演化的图景。同时,我们也看到了“可供性”的不变性,即“可供性”是不依赖于人的客观存在,具有其自身的恒定性。

看到了工程是什么也就知道了工程应该怎样。因为对于像我们这样的陆生动物来说,地球和天空是所有次级结构所依赖的基本结构,我们不能改变它。我们都是以不同的方式融入了环境的子结构,因为事实上,我们都是由它们形成的。我们是由我们生活的世界创造的。正像吉布森认为的那样,“有机物需要依赖它的环境才能生存下去,而环境则不需要依赖有机物而存在。”^{[2]129}

参考文献

- [1] Gibson J J. The Theory of Affordances. In *Perceiving, Acting, and Knowing*[M]. 1977.)
- [2] Gibson J J. The Ecological Approach to Visual Perception[M]. Boston: Houghton Mifflin, 1979.
- [3] [美]吉布森 著,李 维,李季平 译. 知觉学习与发展的生态学进路[M]. 浙江: 浙江教育出版社, 2003, 7.
- [4] Uexküll, Jakob von. *Kompositionslehre der Natur*[M]. Frankfurt am Main.
- [5] Norman D. The Design of Everyday Things[M]. Originally published under the title *The Psychology of Everyday Things*, often abbreviated to POET.
- [6] Luo L L, Li S. The theory of Affordance and technology Epistemology. http://www.unipv.it/webphilos_lab/courses/propra5.
- [7] 陈昌曙. 技术哲学引论[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 36-53.
- [8] Costall A. Socializing Affordance[J]. *Theory & Psychology*, 5(4): 471-474.
- [9] Stoffregen T A: Affordances and Even Mouvement & Perception[J]. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., *Ecological Psychology*, 2000, 12(1): 1-28.
- [10] 陈昌曙. 技术哲学引论[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 139.
- [11] 王 玮. 汽车神话[M]. 北京: 北京大学出版社, 1998: 8.
- [12] [美]亨利·福特. 亨利·福特全集[M]. 北京: 改革出版社, 1998: 78-79.
- [13] [美]迈克尔·保拉德. 亨利·福特与福特公司[M]. 北京: 世界图书出版社, 1997: 67.
- [14] [美]詹姆斯·阿特拜克. 把握创新[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999: 116-118.
- [15] [英]鲍 曼 著,谷 蕾,胡 欣 译. 废弃的生命:现代性及其弃儿[M]. 江苏: 江苏人民出版社, 2006.

What Is Engineering and What It Should be: A Study from the Perspective of Affordance

Cao Dongming

(Research Center for Philosophy of Science and Technology, Northeastern University, Shenyang 110819, China)

Abstract: Through the “affordance” perspective to track the actual process of engineering innovation, we will find that engineering innovation is essentially a process of some kind of “manipulation” of “affordance”. In the development and evolution of engineering innovation, “affordance” will show modularity and habitat changes. In this process of engineering innovation, an “engineered affordance” will appear, which is quite different from the natural “affordance”, and thus it becomes one of the roots causes of the technological alienation.

Key Words: affordance; engineering innovation; modulation of affordance; niche