

本篇文章首次发表于欧洲 TRIZ 协会 2005 年 11 月在意大利佛罗伦萨举办的 TRIZ Futures 会议上

方程式赛车 F1 的照明头盔*

Siegfried Luger

LUGER RESEARCH & SPIN network

s.luger@lugerresearch.com

摘要

本篇文章介绍了基于TRIZ方法学的赛车手头盔新概念的研發设计。使用物质场模型和技术系统进化模式、以及系统冲突的解决，给出了一个崭新的技术概念——照明头盔。该篇文章演示了不同的TRIZ工具如何应用、最后如何创建技术概念的过程，同时指出了基本思想如何很容易地根据TRIZ方法和赛车手获得的实际利益进行丰富。在文章的末尾解释了系统概念的验证以及方法的确认。

关键词： 照明头盔，技术冲突，进化趋势，TRIZ方法学

1. 引言

考虑的基本点来源于这样一个事实：人类眼睛的适应性根据对象的距离或光强度的不同条件要耗费掉人类能量的三分之一，结果造成眼睛疲劳——适应性和适应性调节导致延长反应时间，造成可能发生的失误，见图1。如果我们考虑方程式F1中赛车手的情形，由于光线强度的改变、难度较大的赛车课程以及高速行驶，他们眼睛上的压力将是成倍的。随着阴影和隧道的增加，赛道（例如：Monte Carlo）具有更大的潜在风险。同时，在分析现有的头盔结构时，我们也发现头盔内各个组件没有很好地为光线问题进行设计。这给我们带来了问题，是否有新的技术方法来减少上面所提及条件下的眼睛压力，来减少事故的发生，提高赛车手的安全性，以及为他们的身体健康考虑。因为TRIZ是用来产生更有效的新产品概念，因此，方程式F1的照明头盔设计体现了TRIZ方法学的内容。



图1：眼睛适应和适应性调节导致人类高能量消耗

* 为了便于用户的理解，GET集团北方区创新产品专员张青华将原文翻译成中文，此文章来源：www.triz-journal.com

2. 规范技术冲突

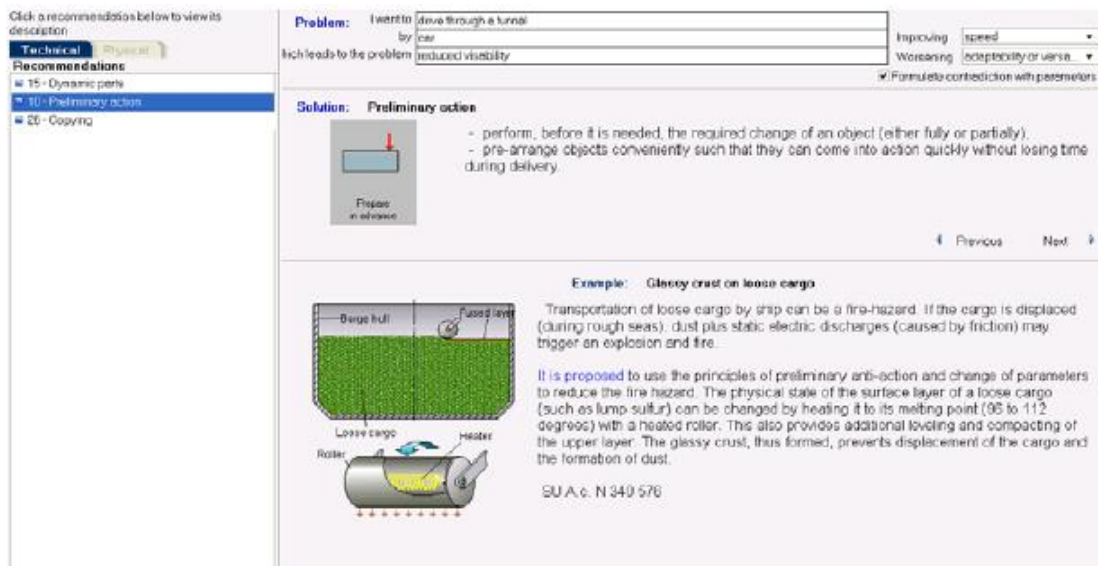
如果我们考虑这样的情形：当汽车赛车手穿过隧道并从隧道（隧道末端）出来时。光条件发生骤然变化，如果在晴朗的日子光强度能从几百个 Lux（光强度单位）上升到大约100,000 lux，眼睛将需要10-30 秒的时间来适应这种变化，并且行驶期间，赛车手面临着很有限的可见性。失明效应将加重从黑暗到明亮过渡时的问题。

我们要问的第一个问题：哪个系统参数有可能影响或减少该问题？如果我们改变作用速度，问题就发生了。对于很慢的运动，眼睛调节和汽车的速度在时间上是一致的，在高速下就产生了冲突，速度提高了，可见性丧失了。我们可以从39个工程参数中选出速度（SPEED）作为要改善的参数，适应性（ADAPTABILITY）作为恶化参数，我们使用Invention Machine公司（USA）的Goldfire Innovator 来定义问题并找出基于Goldfire Innovator 软件模块研究器（Researcher）和优化器（Optimizer）的新概念，见图2。

Altshuller 的冲突矩阵给出了解决该技术冲突的三个创新原理：

- A) 动态元件 Dynamic Parts
- B) 预先作用 Preliminary Actions
- C) 复制 Copying

软件中对这些原理的详细描述以及提供的工程实例说明使用这些原理解决该冲突具有很大可能性。技术冲突也可以转化为物理冲突，仅用一个参数来描述冲突本身。我们将在文章的后边进行解释。



The screenshot displays the Goldfire Innovator software interface. On the left, a sidebar shows 'Recommendations' with options like '15 - Dynamic parts', '10 - Preliminary action', and '20 - Copying'. The main area shows a 'Problem' description: 'I want to drive through a tunnel by car which leads to the problem reduced visibility'. The 'Improving' parameter is 'speed' and the 'Worsening' parameter is 'adaptability or versa'. The 'Solution' is 'Preliminary action', illustrated with a diagram of a car and the text: 'perform, before it is needed, the required change of an object (either fully or partially) - pre-arrange objects conveniently such that they can come into action quickly without losing time during delivery.' Below this, an 'Example' titled 'Glassy crust on loose cargo' is shown, with a diagram of a ship's hull and a roller, and text explaining how heating a loose cargo (like sulfur) to its melting point (96 to 112 degrees) with a heated roller can reduce fire hazards by forming a glassy crust. The example is cited as 'SUA.c. N 349 576'.

图2：发明原理作为规范技术冲突的结果（Goldfire Innovator – IMC）

3. 基于解决技术冲突产生的基本概念

在下列的步骤中，我们将试着将所有发现的发明原理合并为一个技术概念，因为我们寻找的解决方案中所有的发明原理都应该包含在发明中。为了排除已存在的思维定势，我们从头开始。我们查看的系统由三个主要组件构成：空间 1 黑暗的隧道、空间2 光线明亮并处于隧道外、受力者眼睛及施力者太阳。这样的划分使我们能够进一步使用物质场模型。假设在这一刻没有现成的技术系统使用（也就是说我们没有头盔），我们试着合并三个发明原理到操作区（光线直接照射到眼睛上），我们可以定义这样的系统，执行下列操作（见图3）。

1. 光的动态化 > 使用人造光并控制它
2. 之前使用光 > 在过渡（隧道末端）之前使用人造光
3. 复制日光 > 使用人造光和使用有差别的光

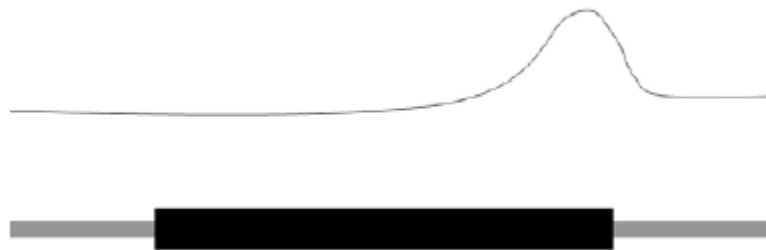


图3：上曲线表示人造光源的明亮度，在隧道末端逐渐增加；下曲线显示了街道（灰色部分）和隧道（黑色部分）。行驶方向从左到右。

使用这些发明原理（我们的目标概念）我们认识到：在变化到高强度照射之前，人类的眼睛是“可调节的”和“可做好准备的”。瞳孔趋于关闭，很少的光进入到眼睛中（见图4）。能够认识到这样的事实是非常重要的，该解决方案将导致第二个问题的出现——信息的丢失。本文并没有对这第二个问题进行详细讨论，考虑到由于在隧道末端亮度的增加（日光和通常也可以是人造光）第二个问题不是应用技术概念的关键因素。技术概念的一个有趣方面是提及的隧道照明也是属于我们应用的发明原理部分（在上面列表中的第2条和第3条）。实施这些原理的发明到一个更小的技术系统可以看作是从超系统向系统级别的过渡。更低系统级别的小型化连同动态化都被认为是从发明原理中衍生来的整个技术概念。

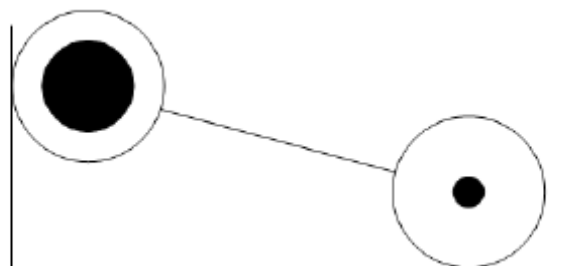


图4：当人造光为眼睛应对光的变化作好准备时，人类眼睛的瞳孔将在尺寸上发生改变，横轴上定义人造光的强度，纵轴定义随情况改变的瞳孔尺寸。

使用TRIZ方法学的下一步，我们在光的操作区域使用物质场模型。眼睛是和极端的失明直接相关的，所以用眼睛作为受力者，而光作为施力者。我们再次使用Goldfire Innovator软件来建立该系统模型。软件中给出的标准解能够按照解决问题的目标分类，这一点对于我们尤其重要。我们选择“效率增加”作为排序，在该方面软件首先建议“协调化控制”的标准解作为首选。另外，软件还给出了该解决方案的进化趋势：直接控制对象—> 通过执行机构作用 —> 带有反馈的系统（见图5）。该进化规则对于具有最高级别优先级的自动控制非常有效。如果我们考虑发明原理的动态化（上列表中的第1条），我们可以根据该进化趋势建立带有调节光强度反馈环路的光源全自动控制概念。

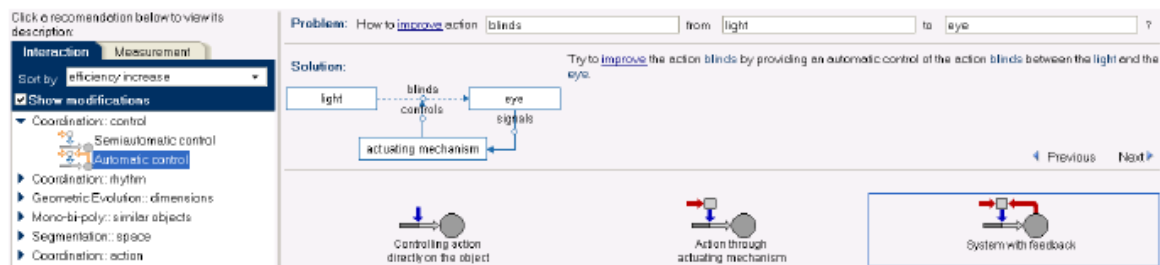


图5: 操作区域的物质场模型和标准解的进化趋势
(Goldfire Innovator Software – IMC)

现在让我们来讨论上面提及的物理冲突来验证我们的概念。我们定义的关键参数是速度（SPEED），从光的最佳适应性来说该参数值应该小，但是从赛车来说该值应该大。四个分割原理之一是在系统级别上区分，我们这样理解高速从应用（超系统）上是必要的，低速必须要在系统级别上完成。这里我们又有了一个基本概念。我们在系统级别上降低速度来延长眼睛的过渡时间——这就是解决方案。

4. 基于TRIZ分析的照明头盔技术概念

如果我们将这些想法转化为一个技术概念，可将标准的头盔与在头盔内部添加人造光源或传送到头盔内部的光结合起来。外部和内部的传感器检测光强度变化。控制单元测量传感器值，并提供光源，光源采用发光二极管（见图6）。控制单元是来自MICROCHIP的PIC微控制器，向来自MAXIM MAX6965的LED驱动器传送光强度信息（见图7）。

整个电路的能量供应放置在头盔的外边，因为头盔的重量也是个关键参数，不能由于添加的组件增多而导致重量增加。头盔有一个接口连接供应线（24伏特），同时还有一个可选的数字接口连接微控制器。通过接口有关光状况的信息发送到中央控制站，反之，中央控制站根据环境不同的状况来设置预定义的值。

控制设计有很大的差别，可以从常量的内部光线控制或内部和外部光传感器值之间混合范围变化。内部传感器检测眼部周围的光线，外部传感器检测汽车前面的光线。检测角度是一个很重要的参数因为从黑暗到隧道末端亮光之间的过渡是由照明头盔顶部的传感器来识别。照明头盔的概念原理如图8所示。

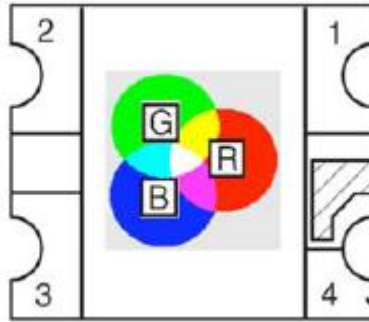


图6：微型的LED模型，作为光源产生RGB光

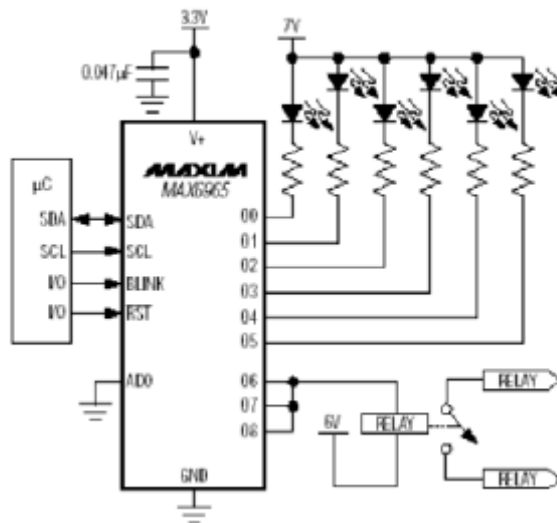


图7：带有PIC 微控制器、MAXIM LED 驱动器和LED光源的电路

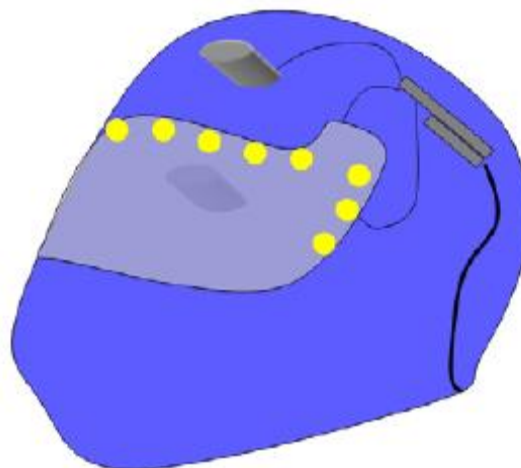


图8：照明头盔的基本概念

5. 基于照明头盔概念的进一步研究

在视线范围内，头盔内的有些元件影响着光线对比度。现在根据天气、速度或驾驶员心理状态，光强度和光颜色发生改变。这些光作用定位到视线范围以外。由于这些作用，我们可以增加浓度和优化光的对比度。

为了在隧道中行驶头盔装有电控的遮罩，在驶入隧道之前遮罩变暗，以至于瞳孔放开（相反作用）。这种眼睛的提前调节有助于在到达隧道时形成一种渐近的变化。相同的道理，在汽车到达隧道末端时光源被激活，瞳孔将被关闭，提前适应外边较强的光。在每次调节后遮罩或光源都会恢复到正常值。

在正常的行驶中，总是有来自树的阴影、建筑等光强度的变化，尤其是在高速行驶中，这将导致眼睛的高度紧张，结果耗费赛车手的能量。放置在头盔内的光传感器保持光强度为一个常量，能够减少瞳孔的适应性调节。补偿量根据不同的参数发生变化并进行优化。

光对人类的行为有巨大的影响。光控制褪黑激素，该激素控制人类的疲劳（见图9）。我们知道这些影响将伴随着消沉和反应迟钝。现在在头盔内使用了光源，考虑了该关联，使赛车手能够集中注意力，例如在比赛开始之前或其他危机情况。该领域内最新的研究表明：波长在446-477纳米的蓝光能够最好地控制褪黑激素。

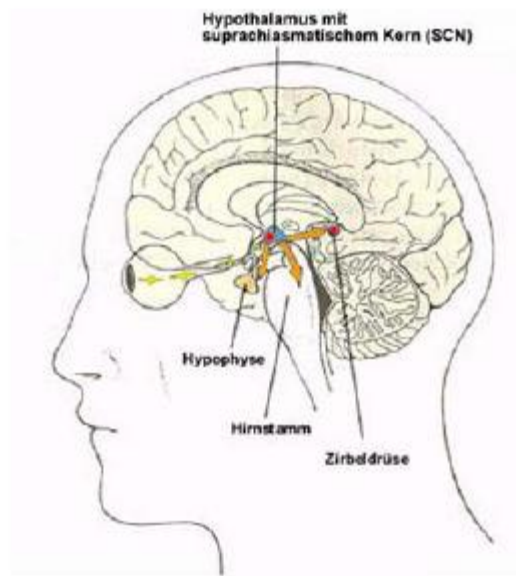


图9：光控制被褪黑激素

6. 带照明头盔的赛车手的全部优点

- I 根据环境和赛车手心理对视线的完美调整
- I 在视线内优化光的对比度和颜色（见图10）
- I 通过疲劳度的降低提高安全性
- I 改善身体状况
- I 减少失明效应
- I 减轻眼睛压力



图10：由于颜色和RGB光源的对比产生的新视线

7. 结论

为了验证方案，首先在MATLAB/ SIMULINK 模型中建立了系统。控制回路的调节参数可以使用该模拟方法来评估。为了放大模拟效果我们建立了高速数字模拟的“回路硬件”工具 LogicLink，系统几乎在硬件和软件上进行。由5个工程师组建的研发团队设计了照明头盔原型的所有必备组件。照明头盔的概念最终与世界领先的方程式1 头盔制造商合作。该基于TRIZ产生的概念申请了欧洲专利，并在头盔行业掀起了新的创新浪潮。

可以看出，使用TRIZ方法学的优点体现在排除了已有经验的思想阻碍，首先以一种抽象的方法来看待问题。为了扩展思路，冲突的规范和基于发明原理的概念检索也是非常重要的。分析系统结构，集中操作区域，可以使我们找到新的问题。而且可以看出，不同的TRIZ工具，例如冲突、物质场以及进化趋势，都迫使我们向相似的方向思维。这给了我们必要的信心，TRIZ方法学有很大的潜能，其他公司不可能找到比这个更好的可替代系统。TRIZ的工具具有多样性。我们发现，这些工具的多次使用和不同工具的常规解释对于获取概念描述都是最重要的。最终TRIZ方法学能够颠倒客户——产品过程关系，系统首先定义产品，用户的需求正好与设计的产品相匹配。客户就是上帝，但是TRIZ能够告诉您客户本身所不知道的。使用TRIZ你可以找到必要新方法来创建用户需求，同时找到方法来满足用户需求。上面的一切——帮助您赢得长时期的创新和市场领导地位。



8. 参考内容

ALTSHULLER, G.S.; The innovation Algorithm

BRAINARD, G.C.; Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian

Photoreceptor, Journal of Neuroscience, August 15 - 2001

GOLDENBERG, J.; MAZURSKY, D; Creativity in product innovation

HEWLETT PACKARD; LED supplier; www.hp.com

INVENTION MACHINE CORP.; Web-Site, Goldfire Innovator Software,
www.invention-machine.com

LUGER RESEARCH; Web-Site, www.lugerresearch.com

LUGER, Siegfried; TRIZ methodology in German language, Web-Site, www.triz-austria.com

MAXIM; LED driver, www.maxim-ic.com

ORLOFF, A.; Grundlagen der klassischen TRIZ

SCHUBERTH Helme GmbH; Web-Site, www.schubertth.com

SPIN network; Web-Site, www.spin-network.net