

矿业 新闻

机器人绘制 3 - D 矿井图

2002 年 7 月美国宾夕法尼亚 Quecreek 矿难暴露了 2 - D 矿井图的缺陷。9 名工人被困在淹水煤井中 77 小时,虽然他们的图指示他们距离废弃矿井有

几百英尺。今年 5 月,一个能制作 3 - D 图的自动机器人开始对 Quecreek 西北约 60 英里的 Mathies 煤矿进行探查。这个被它的发明者叫做“地猪”(Groundhog)的机器人车在 5 月 30 日上午 11 点左右进入一个 1067 m 深的矿井,试图在那里的地下空间进行首次自动导航和制图操作。

媒体成员从附近一条高架路上的铁丝网围栏后看到,地猪爬上矿井入口,停下来,通过上下倾斜它的激光传感器,四下张望一番,然后进入了矿井。以后几个小时,工程师们能接收地猪发送的无线电信号,告诉他们它仍在工作;不过,一旦地猪在竖井中遇到了问题,一切通讯都将终止。遇到这种情况,在接下去几个小时,工程师们只能等待,看地猪遇到了什么,它是否会作出正确决定。

“如果它在矿井另一端出现,那将是地下世界制图的一个新时代的到来,”Carnegie Mellon 机器人研究所的 Sebastian Thrun 在部署地猪前说。他是 William Whittake 和 Scott Thayer 所领导的与 LLC 耐用机械技术公司合作开发地猪的一个研发组的成员。“直到今天还没有一种好的三维立体制图技术。”Thrun 说。

3 - D 图是对 2 - D 图的一种巨大改进,除了位置数据外,还提供矿井整体结构的信息。了解地下矿井的结构是否健全可帮助矿主选用矿井。就 Mathies 矿而言,矿主在考虑在矿井中布置排水管线。地下矿井的结构信息也有助于废弃矿井上面的土地所有者作出土地利用的决策。

不过,地猪还提供另一种或许更重要的服务:使人避开废弃矿井。它可以通过探测矿井中威胁勘测人员安全的隐蔽坑洞绘制更完全的矿井图。如果矿井崩塌,损失机器人总比损失生命要好。

“这种技术将提高矿井的安全性,”宾夕法尼亚环境保护部的 Bill Plassio 说。这个部为开发地猪提供了资助。据 Plassio 估计,仅在西宾夕法尼亚就有 8000 到 9000 个废弃矿井,所以对可靠制图技术的需求是巨大的。

把这些技术和安全的考虑纳入一个工作原型(working prototype)要解决许多软、硬件问题。矿井中空间有限,地面凹凸不平,为了解决机器人在那里行走的问题,研究人员把地猪设计成一种坚固的四轮车:重约 1600 磅,高约 37 英寸,宽 39 英寸,长 60 英寸,由 6 个 8 伏的电池供电,可工作约 10 小时。电子元件是防爆密封安装的,以防止点燃矿井瓦斯;瓦斯传感器有在危险浓度时使地猪停止工作的功能,从而提供了额外的安全保障。一个陀螺仪可使地猪保持不变的方向;倾斜传感器可防止它翻倒;浮动传感器可告诉地猪在它进入太深的水时如何动作。在地猪的前后两面,内装 180 扫

描范围激光探测器的传感器单元、照明灯和低光照相机可在地猪遇到障碍时有可能作出应对。传感器单元可上下旋转,查看矿井的顶底板,核实可能阻碍地猪前进的地面障碍或顶板沉降,同时还可对矿井壁进行连续扫描。激光的“回波”可提供到特定目标距离所需的数据。

虽然地猪去年勘察过其它矿井,但在 Mathies 矿是对它自动操作的第一次实地检测。工程师不能给它发出指令;地猪中的高级软件可对各种运动决定负责。利用激光传感器,地猪试图绘出前进的安全路线,避开路上的坑洞、水和其它障碍。“基本逻辑有如迷宫中的老鼠,”Whittake 说。“地猪一边前进,一边发现它周围的环境,作出决定。”同时在它的存储器中存储了关于矿井形态的 3 - D 数据。

当天下午 1 44, Thrun 宣布地猪在矿井中行进 308 m,在那里遇到一个不可逾越的障碍。“这时,它作出了绝对正确的决定——我无法前进,我将返回,”Thrun 说。在返回路上走了约 130 m 后,地猪开始出现故障。这时,工程师们从地猪的存储器中下载了一些数据。数据表明,地猪在 308 m 处遇到一根从顶板落下的横梁。

下载后不久,与地猪的无线电通讯中断。2:50 左右,这次测试终止,地猪仍在矿井中。后来,负责矿井安全的人员得到了进入矿井的间隙时间,手工重新启动了这个机器人,使研发组得以回收地猪,并下载了数据。

尽管这次测试中断了,研发组仍对地猪的表现感到满意。“我们实现了在与机器人无通讯情况下的自动导航,”Thrun 说。研发组还能为矿主提供这个矿井整体结构的宝贵信息。

“我对我们能把这种技术开发成一种有用的工具满怀希望,”Plassio 说,“但我们还有很长的路要走。”

Whittaker 说:“今天仅仅是播下第一颗种子……我们现在在采矿、制图和救援方面有了一种新工具的雏形。”进一步的开发可能包括制造可进入钻孔的雪茄形机器人,进而发展到制造在矿井内巡逻的机器人。研究人员还看到了制造能部署在淹水矿井中对其制图的机器人“矿井鱼”的可能。与地猪一起,这些机器人将可为采矿人员提供防止另一次 Quecreek 矿难的必要信息(据 Tim Palucka, Geotimes, 8 2003)。

期刊 荟萃

刊《经济地质学与经济地质学家协会会刊》(Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologist)2003 年 6 ~ 7 月第 98 卷第 4 期为非硫化物锌矿床专刊,特约编辑为 D F Sangster, 刊载论

文 10 篇。题目如下:非硫化物锌矿床:一个新视角——引言(D F Sangster);非硫化物锌矿床的分类、成因和勘探指南(Murray W Hitzman 等);欧洲的非硫化物锌矿床:概观(Maria Boni 和 Duncan Large);意大利撒丁西南部的“天然