### IOT 采矿跟踪和工人安全头盔

Anand Vishwakarma 1, Anirneesh Yash 2, Anshika Singh 3, Divyanshu Awasthi 4, Ranjeeta Yadav 5

ABES 工程学院电子与通信工程系，印度加济阿巴德

\*\*摘要\*\*：不断增长的 IoT 应用正在推动采矿业的数字化革命。在这项研究中，我们专注于矿山安全最重要的方面之一——下一代智能头盔系统的开发。想象一下，矿工佩戴着一个智能头盔，可以持续监测温度、湿度和气体水平等重要环境参数，但它的作用远不止简单的监测。它还可以检测矿工是否出于任何原因摘下头盔，或者头盔是否因矿井内部的障碍物而损坏。与传统方法相比，这个创新系统使用 IoT 显著提高了工人的安全性。借助实时信息和危险警报，矿山运营商可以主动预防事故并改善整体运营。收集的数据还可用于检测潜在危险并采取预防措施，以降低事故风险并挽救生命。智能头盔系统的开发标志着矿山安全的范式转变，开创了数据驱动决策和改进工人保护的新时代。

\*\*关键词\*\*：安全盔；物联网 [iot]

### 引言

几个世纪以来，采矿业一直是重要的资源来源，但也存在对工人安全的固有风险。虽然技术的进步改善了采矿实践，但事故的威胁仍然存在。然而，物联网（IoT）这一新兴领域为彻底改变矿山安全提供了变革性的机会。本研究深入探讨了下一代智能头盔系统的开发，这是一种可穿戴传感器网络，充当在恶劣和潜在危险环境中工作的矿工的数字守护天使。

地下采矿作业带来了复杂的安全挑战。员工不断面临来自以下方面的威胁：

1. \*\*有毒环境\*\*：缺乏适当的通风会导致甲烷和一氧化碳等有害气体的积累。这些会带来严重的窒息和中毒风险，可能导致矽肺病和肺结核等长期健康问题。

2. \*\*通风问题\*\*：通风不足也会导致矿井内温度升高。这种异常的热应激会导致疲劳、脱水和中暑，进一步危及工人的安全。

3. \*\*意外爆炸\*\*：煤炭的挥发性和甲烷气体的存在会在采矿活动期间造成持续的爆炸风险。这些爆炸可立即造成死亡和重伤。

印度拥有世界第五大煤炭储量，采矿业经历了显著增长。2020 年，环境部批准了 14 个新煤矿项目，旨在到 2024 年实现 10 亿吨的产量目标。但是，这种扩展是有代价的。根据该部的数据，煤矿一直是印度采矿事故数量最多的地区，平均每年报告有 549 名工人死亡。尽管取得了重大进展，但确保矿工安全仍然是首要问题。气体泄漏、掉落碎片和设备故障等因素造成的事故不幸夺走了生命。美国国家职业安全与健康研究所（NIOSH）报告称，仅在 2020 年，美国境内就有 29 名矿工在采矿事故中丧生。在全球范围内，统计数据更令人担忧。

目前的矿山安全协议在很大程度上依赖于被动措施。班前检查旨在在运营开始前识别潜在危险。个人防护设备（PPE）是抵御工作中遇到的危险的物理屏障。最后，应急响应程序确保对事故做出快速和协调的响应。虽然这些措施至关重要，但它们也有局限。检查可能会遗漏隐藏的危险，PPE 可能无法在所有情况下都提供完整的保护，并且在危及生命的情况下等待紧急响应可能会浪费关键时间。

本研究提出了一种革命性的矿山安全方法——开发和实施下一代智能头盔系统。想象一下，一个头盔配备了一个传感器网络，充当矿工的数字守护天使。这些传感器持续监测温度、湿度和气体水平等关键环境因素，确保安全的工作环境。该系统不仅仅是简单的监控 - 它还可以检测矿工是否出于任何原因摘下头盔，这是在受污染环境中的重要安全预防措施。此外，头盔可以配备传感器，以检测矿井内潜在碰撞造成的冲击或损坏。

这个智能头盔系统利用了物联网（IoT）的强大功能。收集的传感器数据以无线方式实时传输到中央监控站。这使采矿操作员能够持续、全面地了解采矿室内的环境条件和各个矿工的状态。如果任何传感器读数超过预定义的安全阈值，则可以触发实时警报，从而能够立即进行干预以保护工人免受潜在危险。

智能头盔系统的功能不仅限于实时监控。随着时间的推移，收集的数据成为主动风险管理的重要资源。通过分析这些数据，可以识别出表明潜在安全风险的模式和趋势。这使矿山运营商能够采取预防措施，例如改进通风系统或修改工作实践，以在事故发生之前降低这些风险。这种数据驱动的安全管理方法代表了与传统方法相比的重大飞跃，传统方法的响应主要是被动的。

智能头盔系统有可能挽救生命。通过提供实时危险警报和实现主动风险管理，该技术可以显著降低矿井事故和死亡风险。此外，收集的数据可用于识别采矿作业中效率低下的领域，从而简化流程并最终提高运营效率。这种智能头盔系统的开发标志着矿山安全的范式转变。它开创了数据驱动型决策的时代，实时信息为主动安全措施提供支持，并将风险降至最低。

本研究深入探讨了智能头盔系统的技术方面，探索了将这一愿景变为现实的选定传感器技术、通信协议和数据分析方法。最终目标是为采矿业创造一个更安全、更高效的未来，工人安全仍然是重中之重。

想象一下这样一个世界：日常物品（不仅仅是计算机和电话）可以连接到互联网并共享信息。这就是物联网（IoT）背后的核心理念。冰箱、恒温器甚至可穿戴设备等常规设备都可以配备传感器并成为巨大网络的一部分。物联网的故事实际上始于 1982 年，远远领先于时代：卡内基梅隆大学将一台可口可乐机连接到互联网，使其能够报告饮料何时不足以及新储存的饮料是否冷却。快进到今天，物联网设备超过 80 亿台，超过了地球上的人口数量！到 2030 年，这个数字预计将激增到惊人的 500 亿，连接从厨房电器到智能手机的所有设备。这个庞大的网络建立在三个主要支柱之上：设备、网络和应用程序。IoT 的主要优势之一是它能够随时随地收集数据。这通常被称为“物联网的 3 A”—— 永远、随时随地、任何时间。

### 一、 日常物品的工作原理

1. \*\*感知世界\*\*：设备中嵌入的微型传感器收集有关周围环境的信息。这些数据可以像温度一样简单，也可以像视频片段一样复杂。

2. \*\*连接到云\*\*：然后，收集的数据通过 Wi - Fi、蓝牙或其他连接无线传输到称为云的中央数据存储系统。

3. \*\*理解数据\*\*：一旦进入云端，强大的软件就会分析信息、识别模式并提取有价值的见解。

4. \*\*采取行动\*\*：然后以各种方式使用处理后的信息。它可以通过应用程序、电子邮件交付给用户，甚至可以在其他设备中触发自动动作。

### 二、IoT 的应用范围是巨大的，并且不断发展

1. \*\*更智能的住宅和城市\*\*：想象一下远程控制您的灯光，在回家的路上预热您的烤箱，甚至生活在一个根据实时数据调整交通流量的城市。IoT 正在使这些场景成为现实。

2. \*\*促进业务发展\*\*：企业可以利用物联网来提高运营效率，在设备故障发生之前预测设备故障，并提供更好的客户服务。

3. \*\*充满可能性的世界\*\*：从通过远程监控彻底改变医疗保健到通过智能灌溉系统优化农业，物联网的潜在应用是无穷无尽的。

对 IoT 的财务投资是巨大的。未来几年，全球物联网支出超过 $700 billion in 2016 and is expected to reach a staggering $6万亿。城市也在接受 IoT，由于这项技术驱动的智能照明，巴塞罗那节省了数百万美元。随着连接设备数量的增加，它们生成的数据量也会增加。到 2019 年，估计 IoT 设备将产生令人难以置信的数量 - 每年超过 500 ZB！从您家中的语音助手到您的健身追踪器，甚至是自动驾驶汽车，我们已经被设备所包围，这些设备是不断扩展的 IoT 世界的一部分。

### C. 以下是 IoT 如何应用于矿工智能头盔系统

1. \*\*传感器收集数据\*\*：智能头盔使用各种传感器来监测矿工的环境和健康状况。这些传感器可以检测空气质量（气体、灰尘）、温度、湿度，甚至撞击（在跌落的情况下 ）。

2. \*\*数据传输\*\*：头盔通过网络将传感器数据无线传输到中央集线器。

3. \*\*数据分析\*\*：控制中心接收来自多个矿工头盔的数据。分析这些数据以识别任何潜在危险，例如甲烷含量高或矿工坠落。

4. \*\*警报和动作\*\*：如果检测到危险，系统可以为矿工（通过灯光或声音）和控制室触发警报。这允许对紧急情况做出快速响应。

从本质上讲，物联网创建了一个互联系统，智能头盔充当数据收集点，将信息馈送到更大的网络中，以进行实时监控和提高矿山的安全性。

### II. 文献综述

2023 年，AKL Sandaruwan 和 B Hettige [1] 推出了一款适用于物联网的工人安全头盔。安全在采矿业中的重要性怎么强调都不为过，尤其是在矿工的福祉至关重要的地下作业中。所有采矿作业都必须遵守基本的安全法规和措施，以避免事故，而坍塌是一个重大风险。虽然煤矿坍塌并不总是特别危险，但立即救援对于挽救生命至关重要。通信是采矿的关键因素，尤其是在地下矿井中。陈旧的有线通信成本高昂且效率低下，而无线通信具有成本效益和效果。无线通信使该行业能够立即传输重要信息，从而改善安全措施——此外，传感器（气体和温度传感器）的集成有助于主动预防风险。矿工佩戴带有蜂鸣器的头盔，在危险情况下会提醒他们，并优先考虑通信，以便所有采矿人员都可以在继续之前确认他们的安全，从而为所有参与者创造一个安全的环境。

为了解决这些问题，出现了一个开创性的项目：创建智能头盔，作为矿工的智能守护者。这些头盔配备了各种传感器，以检测潜在的危险事件并密切关注周围的环境。通过从各种传感器收集数据，头盔可以将其传输到中央控制台，在那里可以实时交换。这样可以有效地监控矿工并迅速响应紧急情况。通过利用尖端技术，该项目改进了采矿业的安全协议，从而挽救了生命并为更安全的未来奠定了基础。

2023 年，Pankaj Kunekar、Prerana Waghmare、Preyas Videkar、Sangharatna Bombarde、Y. D. Satyamedha、V. Khandagale、Yashovardhan U. Wagh [2] 提出了矿工安全问题的解决方案和计划。由于事故频繁发生，煤矿行业的安全问题是一个主要问题。这项研究强调了实施无线网络连接的必要性，以便在发生事故时传输实时数据以提醒官员，从而实现快速响应。瓦砾掉落到工人身上造成的事故是采矿业的主要风险。为了解决这个问题，我们启动了一个基于 IoT 的头盔项目来协助该行业。然而，采矿业在技术进步方面落后。为了弥合差距并引入尖端的物联网解决方案，我们开发了“SMART HELMETS”的概念。这些头盔为在矿井深处工作的工人提供了生命线，是一项必不可少的安全措施。通过将尖端技术融入采矿实践，我们的目标是提高工人安全并改变采矿业。该原型由一个 ESP8266、一个加速度计传感器、一个气体传感器和一个蜂鸣器组成，可用于检测矿井中存在的各种危险。

2023 年，Harshal Ramesh Aher、Rupal Vilas Turkane、Gayatri Dattatray Varpe、Namrata Sunil Waghmare 和 V. R. Aware [3] 提出了“使用物联网的矿山安全系统”的工作。为了提高采矿盈利能力、降低成本和优先考虑工人安全，实施一种新的创新采矿安全方法至关重要。该系统由两部分组成：一部分用于监测矿工的健康状况，另一部分用于监测各种环境因素。矿区的空气污染主要是由硫（SO2）、氧化物、二氧化碳和 CO2 的排放引起的。烟雾传感器用于监测矿井中这些有害气体的水平，半导体气体传感器测量其浓度水平。如果任何传感器读数超过安全阈值，微控制器会触发蜂鸣器，进而将信息传输到监控部分模块。然后，在监控部分收集的数据会使用物联网（IoT）技术上传到网页。该系统可立即响应任何潜在危险，显著提高矿工的安全和福祉。

2022 年，Suwama Kama、Tanzila Noushin 和 Shawana Tabassum [4] 对基于物联网的智能头盔进行了一项研究，该研究涉及对地下矿工的健康危害进行自动化和多参数监测。确保工人在地下矿井和建筑工地的安全一直是重中之重，但随着 IoT 技术的兴起，它变得更加重要。本研究的重点是创建和部署物联网智能头盔，这将彻底改变矿工的安全监控。这款智能头盔设计有专门的身体传感器，可以捕获各种健康数据。传感器协同工作，将重要信息无线发送到中央控制室，在那里进行快速分析。测试过程显示了头盔的有效性，但也展示了它如何彻底改变高风险环境中的安全性。该解决方案最重要的部分是其即时响应机制。这允许对潜在风险做出快速反应，实时减少风险。这不仅解决了一个长期存在的安全问题，还展示了技术如何对工作场所安全产生巨大影响。

这款创新的智能头盔改变了职业安全领域的游戏规则，尤其是在采矿和建筑等时间紧迫的响应至关重要的行业。它能够在安全问题出现时实时解决它们，这凸显了实时跟踪技术的巨大价值。这项无缝集成 IoT 功能的创新是工作场所安全实践未来的完美例子。实施这种先进的解决方案不仅可以保护工人的健康和安全，还可以为危险工作环境中的安全建立新的基准。因此，这一发展可能会对安全优先的行业产生持久影响，为工人创造更有保障和更安全地履行职责的环境。

2022 年，G. Nikhil、T. Shikar、V. Manideep 和 G. Radhika [5] 进行了一项关于利用无线传感器网络和 Arduino 技术开发煤矿安全系统的研究。物联网煤矿安全监控和警报系统解决了固有危险的采矿业中的一个关键问题：工人安全。采矿，尤其是在地下环境中，存在许多风险，当前的安全措施经常失效，导致悲剧性事故和生命损失。该项目通过在 Arduino 微控制器的帮助下集成 IoT 技术，引入了一种革命性的解决方案。该系统使用传感器模块来测量温度、烟雾、气体、远程距离、湿度等。这些传感器定期收集数据并将其发送到远程 IoT 服务器。如果任何传感器检测到读数超过安全限值，它会立即触发警报。该系统的快速响应机制和实时数据传输允许快速干预并将矿工的生命风险降至最低。该项目无缝集成了 IoT 功能，以彻底改变煤矿的安全协议。通过持续监控和即时警报，它提供了一个强大的安全网来保护矿工的健康。

2021 年，Sowmya Sista Lakshmi、Ayush Dagar、Neeraj Gupta、Manjeet Kaur 和 Rashmi Gupta [6] 对基于物联网的技术在采矿跟踪和安全帽中的实施进行了研究。本研究的重点是基于物联网（IoT）技术的智能头盔的开发和实施，该技术旨在为在地下矿山或建筑工地工作的矿工提供实时健康和安全监测。该头盔旨在捕获各种健康参数并以无线方式传输数据。通过严格的测试，该头盔的有效性得到证实，证明了其在危险环境中改变安全协议的潜力。头盔的即时响应机制允许对潜在危险做出快速响应。这项创新解决了长期存在的安全问题，并强调了技术在提高工作场所安全方面的根本重要性，尤其是在需要时间紧迫的行业，例如采矿和建筑行业。

这款智能头盔代表了职业安全实践的根本转变，尤其是在即时响应至关重要的行业中。实时响应安全问题的能力展示了实时监控技术的变革力量。这项创新无缝集成了 IoT 功能，开创了工作场所安全的新时代。它不仅可以保护工人，还可以提高危险工作场所的安全标准。因此，这项创新将产生影响，创造更安全的工作环境，让员工可以更放心、更安全地履行职责。

2021 年，Druvanag P、Eaga Chandralekha、Gatla Niharika、Gavini Pranati 和 Nanda Kishore C V [7] 进行了一项针对矿工安全问题的观察。工人安全是采矿业的重中之重，尤其是在紧急情况下。那里有很多危险，例如气体、矿物、重型机械等等。煤矿是封闭的，这意味着存在更多风险，例如通风问题，因此安全非常重要。但采矿对于制造重要商品和服务仍然很重要，而印度严重依赖它。但采矿也会带来一些环境风险。为了确保工人的安全得到照顾，他们提出了一个名为 Mining Tracking and Safety 的系统。它使用基于 IoT 的技术来实时跟踪工人，这一切都归功于工人头盔中微控制器的电路。

头盔有 RF 发射器和紧急按钮，可与连接到 RF 接收器的中央微控制器通信。它与跟踪器 RF 系统交互，以便可以通过物联网（IoT）发送数据。通过使用这项技术，矿工可以更有效地相互沟通，这意味着他们可以更快地对紧急情况做出反应。这不仅有助于解决眼前的安全问题，还意味着他们可以在危机中更快地做出反应，从而挽救生命。集成这些先进的解决方案可以帮助采矿业改进工人安全协议，降低风险，并为所有相关人员创造更安全的环境。

2020 年，Tarek Eldemerdash、Raed Abdullah、Vikneswary Jayapal、Chandrasekaran Nataraj 和 Maythem K. Abbas [8] 推出了一项计划，旨在通过使用安全头盔来提高矿工的安全。采矿业是任何发达国家的基本组成部分，负责开发和勘探珍贵的地下资源，如金属、金属、矿物、煤炭、钻石等。在这种情况下，物联网发挥着至关重要的作用，是一项必不可少的 ICT 技术。它通过使用使 IEEE 802.14.5 协议的无线传感器网络实现高效通信，该协议为低速率 WAN 通信提供支持，使用特殊的调制技术来促进采矿业内的顺利数据交换。

采矿业已经能够通过集成工业物联网（IoT）技术以及无线传感器网络来获得一系列实时监控功能。这使得监控基本资源的移动、人员安全以及生产流程的优化成为可能。

2020 年，Punam S. Tajane、Shrutika B. Shelke、Sonal B. Sadgir 和 Archana N. Shelke [9] 提出了矿工安全头盔的设计概念，该概念包括两个主要部分：头盔单元和控制单元。采矿仍然是世界上最危险的职业之一，尤其是在地下矿工无法获得适当的安全协议和社会援助的地区。受伤往往使工人得不到帮助，导致严重的社会和经济困难。采矿业是世界上死亡率最高的行业之一，落石、火灾、爆炸、甲烷中毒、触电等事故是导致死亡的主要原因。最近的研究，包括一项来自中国的研究，强调了地下采矿的高死亡率，并强调了改进安全协议的必要性。

为了解决这些问题，已经创建了一种强大的通信技术，以在矿井内部创建先进的传感和警告系统。选择射频技术是因为其效率高，使其更容易在矿井中进行通信。安全是采矿业的重中之重，因此采取必要措施来避免事故非常重要。通过使用尖端的通信技术，该行业可以提高其安全标准，确保矿工更好地准备处理工作风险。

2019 年，D. Hema [10] 进行了一项全面的观察性研究，专门针对与矿工相关的安全问题。涉及不戴头盔的建筑工人的事故后果极其严重，并可能导致改变生活的伤害。在这些情况下，紧急医疗服务的快速可用性可以在挽救生命方面产生重大影响。这就是为什么智能头盔的开发至关重要的原因，因为它可以帮助减轻此类事故的破坏性后果。智能头盔的主要目标是通过结合先进的功能来检测工人自身或环境中的潜在危险，从而确保建筑工人在工作环境中的安全和福祉。头盔中包含的安全属性包括检测酒精、跟踪工人的位置、监测危险气体的存在、监测氧气水平、检测跌倒以及使用 SOS 功能立即识别事故。每个工人在建筑工地开始任何工作之前都必须佩戴智能头盔。

这是一种主动的方法，可确保工人佩戴必要的安全装备，以降低头部受伤的风险。智能头盔旨在检测可能影响工人安全的各种危险。如果发生事故，原型将自动触发警报。此警报将立即将有关工作人员当前位置的重要信息传达给管理层。该系统会立即通知管理层，以便他们能够快速应对情况并提供医疗援助或其他必要的干预措施。先进的安全功能不仅保证了建筑工人的即时健康和安全，而且还提供了一种主动的事故预防方法。

2018 年，Rochith Revindran、Hansini Vijayaraghavan 和 Mei - Yuan Huang [12] 进行了一项关于采矿业安全智能头盔实施的研究。采矿业是全球经济中最重要的部门之一，不幸的是，它也是最危险的之一。矿工经常面临危及生命的情况。这凸显了改进安全措施的必要性。该项目旨在引入尖端技术来帮助陷入困境的矿工，并在陷入困境时提供即时援助。解决方案是使用无线传感器尘（WSM）和基本传感器来增强矿工的头盔。这将创建一个连接的无线传感器网络。WSN 是一个监控系统，可确保所有工作矿工的健康和安全。

为该项目设计的路由协议在 DVR 上运行，根据最快的跳数找出最佳方法。它非常强大，因此无需同步节点即可处理故障。它是主动的，因此在紧急情况下您不必等待帮助。如果头盔上的力传感器检测到负载超过一定限值，则头盔内的微尘会尝试通过您选择的路线向 Room Manager 发送求救信息。当 Room Manager 收到求救信号时，它会触发协调响应。中央办公室的医疗队可以派出来帮助陷入困境的矿工。附近的矿工也会收到通知，因此他们可以在可以的情况下提供帮助。如果您的微尘没有路由到 Room Manager， 则有一个系统的故障恢复过程，可确保遇险通信系统可靠。严格的测试表明，该项目可以帮助提高该行业矿工的安全和福祉。

2017 年，Jagadeesh R 和 R. Nagaraja 博士 [15] 研究了一种基于物联网的智能头盔，用于检测采矿业中的不安全事件，加强安全协议并将风险降至最低。开发了一种专为采矿业设计的新型智能头盔模型，用于检测和响应采矿环境中的危险事件。这种创新的原型具有几个关键功能，使其能够检测各种危险情况。

1. 它可以检测空气质量。这在采矿环境中极为重要，因为一氧化碳等有害气体的存在可能会对工人的健康构成巨大风险。头盔使用传感器来测量这些危险气体的饱和度，从而提供有关空气质量水平的实时信息。

2. 智能头盔有一个 IR（红外）传感器，可以检测到矿工何时摘下头盔。虽然这似乎是一个无害的行为，但它可能对矿工的安全造成危险。

3. 头盔有一个压力传感器，可以检测物体何时撞到佩戴者的头部。这在物体掉落或与矿工碰撞的情况下尤其重要，因为它可以立即提醒他们潜在的危险。

这款智能头盔最重要的特点是它的自动警报生成。如果发生危险事故，系统会立即向授权人员发送自动警报电子邮件。该电子邮件将提供有关矿工情况的重要信息。自动化此警报流程意味着响应机制会快速触发，从而在紧急情况下立即采取行动。将实时检测与即时通知和快速响应相结合，改善了采矿业的整体安全程序，并显著降低了矿工在工作中面临的风险。这种尖端的智能头盔模型不仅改变了采矿业的安全游戏规则，还为危险工作场所的主动安全解决方案设定了标准。该系统将空气质量传感器与红外技术相结合，以检测头盔的移除情况，将压力传感器用于检测冲击，为矿工提供了一个全面的安全网。自动警报系统进一步提高了整个安全过程的效率，确保矿工得到快速有效的保护。

2016 年，rof.K.S. Ingle 和 Nisha Dube [16] 在《国际高级研究杂志》上发表了一篇题为“智能采矿：煤矿工人的监控和安全系统”的出版物，介绍了一种提高煤矿工人安全的开创性方法。本研究的主要目标是建立一个使用无线传感器网络的一流监控和安全系统。该系统旨在检测和减少煤矿中危险的环境因素，例如温度变化、湿度和气体浓度。无线传感器网络是一种先进的技术，可用于实时监控不同的环境条件。通过使用放置在矿井内部的传感器，该系统可以密切关注温度、湿度、气体水平等。然后实时分析所有这些数据，以便工人能够快速响应任何问题或危险情况。此外，头盔式摄像头是该系统的一个很酷的补充 - 它可以拍摄工人环境的照片并将其发送到主控制室进行详细分析。

当我们考虑到该系统有可能显著减少煤矿事故数量时，该系统的重要性就显而易见了。该系统提供有关环境的实时信息，使矿山作业员和工人能够快速做出决策。对危险情况的快速响应对于防止事故和保护矿工的健康和安全至关重要。根据论文作者的说法，“我们提议的监控和安全系统不仅有可能减少事故，而且还展示了尖端技术在提高煤炭行业工人安全标准的潜力。通过利用无线传感器网络以及集成头盔式摄像头，我们的系统提供了完整的安全网。实时监控和快速响应机制是防止事故和保护矿工安全和健康的必要工具。”这项研究标志着在改进煤炭行业安全协议的持续努力中向前迈出了重要一步，展示了技术在保护生命和促进安全工作环境方面的变革力量。2016 年，C. J. Behr、A. Kumar 和 G. P. Hancke [18] 对一种智能头盔进行了研究，该头盔旨在监测空气质量并检测采矿业内的危险事件。智能头盔在检测采矿业的潜在危险。在开发过程中，我们仔细考虑了三种主要类型的危险：空气受损、头盔脱落和碰撞（涉及矿工被物体撞击）。

该系统旨在通过检测一氧化碳（CO）、SO2、一氧化二氮（NO2）、颗粒物和其他污染物等有害气体来监测空气质量，从而将浓度水平保持在可接受的范围内。至于摘下矿工头盔的风险，我们第一次尝试使用内部开发的红外传感器没有成功。因此，头盔中集成了外部红外传感器，可以准确确定矿工是否牢固地佩戴头盔，从而提供最佳安全条件。

2013 年，Warsha M. Choudhari [20] 提出了一项关于煤矿安全系统的提案，旨在加强煤矿作业中的安全和安保措施。煤矿安全系统是采矿作业的关键部分，密切关注主要生产设备的气体、CO、温度和停止开关信息等重要信息。它有助于预测潜在的安全风险，因此您可以避免气体和粉尘爆炸等灾难。该系统比以前更先进，其控制计算机内部装有智能数字传感器，使数据采集更加准确。此外，它还具有强大的MATLAB平台来管理数据，因此您可以更好地了解矿场的运行情况。如果出现问题，系统具有专家系统模块来提出解决方案。该软件在管理和监控整个采矿环境方面起着至关重要的作用。它充当处理和分析系统传感器和设备收集的大量数据的中心点。它的主要特点之一是能够通过RS232通信将实时信息传输到主控制计算机的监控程序。

这种数据传输支持多项关键操作，例如实时显示、存储、查询和打印与矿山环境条件和不同机电设备运行状态相关的关键参数。提供这种全面的监控方法意味着您不仅能够快速识别潜在风险，还可以全面了解矿山的状况，这将帮助您做出更好的决策，并显著加强矿工和设备的安全措施。结合硬件和软件，打造强大而智能的监控解决方案。其准确性、效率和主动解决问题的能力有助于加强采矿业的安全协议，并保护环境和矿工。

### Ⅲ. 智能跟踪和工人安全头盔

拟议的研究介绍了一种通过物联网（IoT）智能头盔保护地下工人的尖端解决方案。头盔配备了各种传感器，用于监测对矿工安全至关重要的重要参数，例如气体水平、温度和湿度。智能头盔的发射器部分由微控制器控制，从头盔拆卸器检测器、碰撞检测器和气体传感器等组件收集信息。

如果出现危险情况，头盔会立即使用部署在矿井不同部分的应用程序触发警报。警报被战略性地放置以覆盖矿山的不同区域。当发生危险情况时，头盔内置的传感器（头盔拆卸检测器、气体检测器和碰撞检测器）会立即检测并发出相关参数。这是一个必不可少的安全工具，因为它提供实时监控和及时警报。这大大降低了风险，并改善了地下工作人员的安全规程。

### 图 1：使用期间的过程和功能

该项目分为三个不同的阶段：从硬件设计到软件设计，再到测试、调整和调试。硬件设计是该过程中的关键步骤，因为它用于评估传感器的适用性及其与电路方案的兼容性。

在此阶段，传感器的选择是一个严格的过程，需要注意实验属性，如准确度、精密度和测量因素，以及它在各种条件下的性能。传感器经过仔细评估，以确保其符合项目的要求。硬件设计作为基础，使选定的传感器能够适应电路框架，然后软件设计利用这种兼容性来确保项目的成功。然后，对项目进行全面测试、调整和调试，以优化其性能并解决任何问题。这种全面的硬件和软件设计方法确保了坚实的基础和最佳性能，确保项目的成功实施。

本研究中的软件设计阶段紧跟项目的运营流程。该软件分为两个主要组：序列和接口。为了实现项目的预定义目标，这些组件需要无缝协作。硬件和软件集成后，将进入测试、调整和故障排除的关键阶段，在此期间，需要仔细注意每一个细节。即使是很小的设计缺陷也可能耗时进行纠正，并且通常需要返回之前的阶段进行验证。这就是为什么测试和调整对于项目的成功至关重要的原因。硬件和软件之间的集成是一个关键时刻，因为它需要对系统的功能和性能进行详细评估。需要仔细检查每个组件的相互作用，以确保平稳运行。严格的测试成为设计过程的关键部分，因为它确保软件不仅遵循研究的作业流程，而且完美地执行以满足项目的批准目标。

1. \*\*降低采矿事故的风险\*\*：该项目的目标是通过实时监控和应急响应来减少采矿事故的发生率和死亡人数。该系统能够快速响应紧急情况并提供位置信息，从而避免或减少危险事件。

2. \*\*加强安全文化\*\*：采矿公司可以通过实施这一尖端的安全系统来促进安全和负责任的工作场所文化。矿工将放心，他们的健康和安全是重中之重，这可以提高工作满意度和生产力。

3. \*\*紧急警报\*\*：当工人按下头盔上的紧急/紧急按钮时，IOT Web 界面会显示紧急信号。这会提醒主管和当局注意任何紧急情况，使他们能够迅速采取行动降低风险并提供帮助。

4. \*\*合规性和报告\*\*：该系统能够生成有关工人移动、紧急情况和安全要求的综合报告。这些报告可用于监管合规和安全审计以及事故调查，从而提高采矿业的透明度和问责制。

### Ⅳ. 工作

基于物联网的工人安全帽利用传感器网络和无线通信为矿工创建实时监控系统。以下是其工作的细分：

#### 一、组件

1. \*\*智能头盔\*\*：这款头盔包含各种组件：

- \*\*微控制器\*\*：中央处理单元，管理数据和通信。

- \*\*传感器\*\*：这些传感器监测环境和工人相关的关键方面，包括：

- \*\*气体传感器\*\*：用于检测甲烷或一氧化碳等有害气体。

- \*\*用于监测空气质量的温度和湿度传感器\*\*。

- \*\*头盔拆卸探测器\*\*：用于识别头盔是否在危险区域被摘下。

- \*\*碰撞传感器\*\*：用于识别可能的工人撞击。

- \*\*无线模块\*\*：在头盔和控制中心之间传输数据（蓝牙、Wi - Fi 等）。

- \*\*紧急/紧急按钮\*\*：一个易于使用的按钮，供工人在发生危机时触发紧急信号。

- \*\*电源\*\*：电池或其他自有电源机制，以确保连续运行。

2. \*\*中央枢纽/控制中心\*\*：接收所有工人头盔传来的数据。

3. \*\*通信网络\*\*：该网络在头盔和控制中心之间传输数据（例如，矿井内的专用网络或现有的蜂窝数据） 。

#### 二、流程

1. \*\*持续监测\*\*：头盔中的传感器不断收集有关环境条件（气体水平、温度、湿度）和工人行为（摘下头盔、潜在碰撞）的数据。

2. \*\*数据传输\*\*：微控制器处理传感器数据，并通过通信网络将其无线传输到中央集线器。

3. \*\*实时监控\*\*：控制中心接收并显示来自所有头盔的数据，使主管能够监控工人的位置（如果启用了 GPS）和环境条件。

4. \*\*响应和响应\*\*：

- 如果传感器检测到危险情况（高气体水平、影响），则会在控制中心触发警报，并确定特定工人的位置。

- 启动应急响应协议，通知相关人员，甚至可能通知外部紧急服务。

- 对于紧急按钮激活，会触发类似的警报和响应。

总体而言，该系统创建了一个互联网络，用于在危险工作环境中进行实时监控、即时应急响应和数据驱动的安全改进。

### Ⅴ. 结果

实时监控为矿工提供保障。头盔传感器跟踪环境条件，在 LED 上显示数据，并通过 IoT 和 Thingsspeak 将其发送到 Web 界面。超过安全阈值会触发警报，通过蜂鸣器通知矿工、同事、主管和控制站。这确保了控制站在紧急情况下能够迅速做出救援响应。

### 该项目展示了一种新型矿山安全帽，旨在检测各种危险事件。利用 Wi - Fi 模块和 IoT（物联网）的强大功能，该头盔监控关键数据并将其传输到基站 PC。

#### A. 增强的安全功能

1. \*\*气体检测\*\*：当危险气体水平（CO、SO2、NO2 和颗粒物）达到预设限值时，传感器会提醒矿工和主管，帮助防止暴露。

2. \*\*环境监测\*\*：传感器通过 GPS 跟踪湿度、温度，甚至矿工的位置，提供工作环境的全面图景。

3. \*\*头盔移除检测\*\*：红外传感器确保矿工在危险区域佩戴头盔，如果摘下头盔，则会触发警报。

4. \*\*弱光警告\*\*：系统检测弱光水平并通过蜂鸣器提醒矿工，提高能见度并减少绊倒危险。

### Ⅵ. 未来范围

在即将到来的迭代中，该原型有望推进当前模型识别各种危险情况，包括采矿区一氧化碳气体的存在和呼气。此外，通过集成压力传感器和 IR 传感器等传感器，可以进一步改进该模型。此外，通过调整信号强度和范围，以及结合设备来监测工人的心跳和血压，可以实现对系统的改进。

### REFERENCES

[1] K. L. Sandaruwan and B. Hettige, "A Comparative Study on Smart Helmet Systems for Mining Tracking and Worker Safety in the Mining Industry: A Review," presented at the KDU FOC Student Symposium, General Sir John Kotelawala Defence University, Rathmalana, Sri Lanka, 28 February 2023.

[2] P. Kunekar et al., "IoT based Smart Security Helmet for Miner’s Safety," 2023 5th Biennial International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE), Navi Mumbai, India, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICNTE56631.2023.10146728.

[3] A. H. Ramesh, R. V. Turkane, G. D. Varpe, N. S. Waghmare, and V. R. Aware, "A Review on Mine Safety System Using IoT," Innovative Journal for Opportunities and Development in Science & Technology, vol. 3, no. 2, March 2023, Paper ID: IJ2023V3I2-4A-E, ISSN 2582-6026, http://www.ijodst.com/.

[4] S. Kama, T. Noushin and S. Tabassum, "IoT based Smart Helmet for Automated and Multi-parametric Monitoring of Underground Miners’ Health Hazards," 2022 IEEE 15th Dallas Circuit and System Conference (DCAS), Dallas, TX, USA, 2022, pp. 1-2, doi: 10.1109/DCAS53974.2022.9845621.

[5] G. Nikhil, T. Shikar, V. Manideep, and G. Radhika, "Coal Mine Safety System Using Wireless Sensor Networks and Arduino," International Journal of Innovative Research in Technology, vol. 9, no. 1, June 2022.

[6] S. S. Lakshmi, A. Dagar, N. Gupta, M. Kaur, and R. Gupta, "A Technical Review on IoT Based Mining Tracking and Safety Helmet," International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology (IJIRCST), vol. 9, issue 4, pp. 44-47, July 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.21276/ijircst.2021.9.4.11

[7] Druvanag P, Eaga Chandralekha, Gatla Niharika, Gavini Pranathi, and Nanda Kishore, "IOT Mining Tracking & Worker Safety Helmet," International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), vol. 9, issue 5, May 2021. [Online]. Available: www.ijraset.com

[8] T. Eldemerdash, R. Abdullah, V. Jayapal, C. Nataraj, and M. K. Abbas, "IoT Based Smart Helmet for Mining Industry Application," International Journal of Advanced Science and Technology, vol. 29, no. 1, pp. 373-387, 2020. ISSN: 2005-4238.

[9] P. S. Tajane, S. B. Shelke, S. B. Sadgir, and A. N. Shelke, "IoT Mining Tracking & Worker Safety Helmet," International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol. 07, no. 04, pp. 5587, Apr 2020, e-ISSN: 2395-0056, p-ISSN: 2395-0072. [Online]. Available: www.irjet.net

[10] Hema, D. (2019). Smart Helmet for Industrial Workforce - A Review Paper. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology.

[11] Jejusudoss, A., Vyhavi, R. and Anusha, B., 2019, April. Design of smart helmet for accident avoidance. In 2019 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP) (pp. 0774-0778). IEEE.

[12] R. Revindran, H. Vijayaraghavan and M. -Y. Huang, "Smart Helmets for Safety in Mining Industry," 2018 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), Bangalore, India, 2018, pp. 217-221, doi: 10.1109/ICACCI.2018.8554698.

[13] Jeong, M., Lee, H., Bae, M., Shin, D.B., Lim, S.H. and Lee, K.B., 2018, October. Development and application of the smart helmet for disaster and safety. In 2018 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC) (pp. 1084-1089). IEEE.

[14] Ghulam E Mustafa Abro, Shoaib Ahmed Shaikh, "PROTOTYPING IOT BASED SMART WEARABLE JACKET DESIGN FOR SECURING THE LIFE OF COAL MINERS"2018 International Conference on Computing, Electronics & Communications Engineering (iCCECE)

[15] Jagadeesh R and R. Nagaraja, "IoT based Smart Helmet for unsafe event detection for mining industry," International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol. 04, no. 01, pp. 1487, Jan 2017. e-ISSN: 2395-0056, p-ISSN: 2395-0072. [Online]. Available: www.irjet.net

[16] Prof. K.S.Ingle 1, nisha Dube 2 PG Student, Dept. of ECE "Intelligent Mining: A Monitoring and Security System for Coal Mine Workers", International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering (An ISO 3297: 2007 Certified Organization) Vol. 5, Issue 1, January 2016.

[17] Gaidhane, Mahendra Dhamne and Rizwana Qureshi "SMART HELMET FOR COAL MINERS USING ZIGBEE TECHNOLOGY" Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR) Vol.2 Issue-6 2016 ISSN: 2454-1362

[18] C. J. Behr, A. Kumar and G. P. Hancke, "A smart helmet for air quality and hazardous event detection for the mining industry," 2016 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), Taipei, Taiwan, 2016, pp. 2026-2031, doi: 10.1109/ICIT.2016.7475079.

[19] Yongping Wu, Guo Feng, Zhang Meng,"THE STUDY ON COAL MINE USING THE BLUETOOTH WIRELESS TRANSMISSION" 2014 IEEE Workshop on Electronics, Computer and Applications.

[20] Warsha M.Choudhari Professor, Datta Meghe, "Coal Mine Security System " International Journal of Applied Information Systems (IJAIS) – ISSN : 2249-0868 Foundation of Computer Science FCS, New York, USA Volume 4– No.10, December 2013.

[21] Jiya Tian, Juan Zhu, "POSITIONING SYSTEM FOR MINERS BASED ON RFID" 2011 International Conference on Multimedia Technology

[22] CHENG Qiang, SUN Ji-ping, ZHANG Zhe, ZHANG Fan "ZIGBEE BASED INTELLIGENT HELMET FOR COAL MINERS" World Congress on Computer Scienceand Information Engineering 2009

[23] Ghaith Bader Al-Suwaidi, Mohamed Jamal Zemerly, "LOCATING FRIENDS AND FAMILY USING MOBILE PHONES WITH GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)," IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications, 2009.

[24] D. Kock and J. W. Oberholzer, THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNOLOGY TO INCREASE HEALTH, SAFETY, and productivity inthe South African coal mining industry," IEEE Trans. on Industry Applications, vol. 33, no 1997.