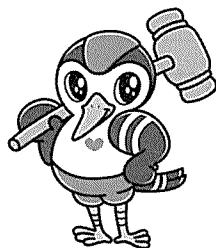


騒音現場作業者間の安全装置

～愛称 キツツキ・ハンマー



イメージキャラクター

松本敬吾

プラムシステム株式会社

E-mail : keigo.matsumoto@plum-syst.com

[URL] <http://www.plum-syst.com/>

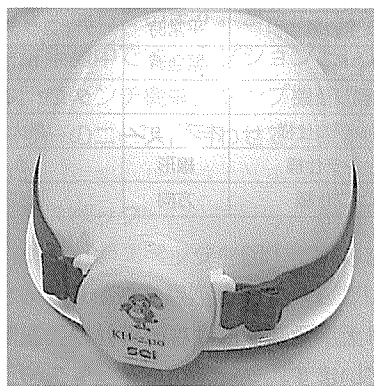
はじめに

騒音現場作業者間の安全装置（以下、キツツキ・ハンマー）は、東京都青梅商工会議所が運営していた「ロボット産業活性化推進機構」の活動の中で、林業事故を減らせないかという課題から弊社（プラムシステム・松本）が提案・企画・開発した製品です（写真①）。

同農林部会のメンバーである（株）東京チェーンソーの青木社長や東京都森林事務所の所長から、全国で統計に示されている範囲でも、作業中に年間数十人の死亡事故が発生していると聞きました。それまで林業の世界を知らなかった私は、作業中の死亡事故の多さ（特に伐木・集材作業中）に驚き、弊社で培った無線技術やセンサー技術を生かせないものかと思い、安全装置の企画提案を行いました。

仲間知らせる

万一事故が発生した場合、それを検知して仲間に知らせることができれば命が助かるかもしれません。伐倒作業中は仲間同士で数百 m 離れて作業することが多く、倒木や滑落でけがをして助けを求めるために大きな声や「呼び笛」を吹いても、作業仲間に届かないことが多いようです。数時間経過して、仲間の様子がおかしいと気づき、被災者の所まで行く間に多くの時間がかかることで、被災者が出血多量により死に至ることもあると聞

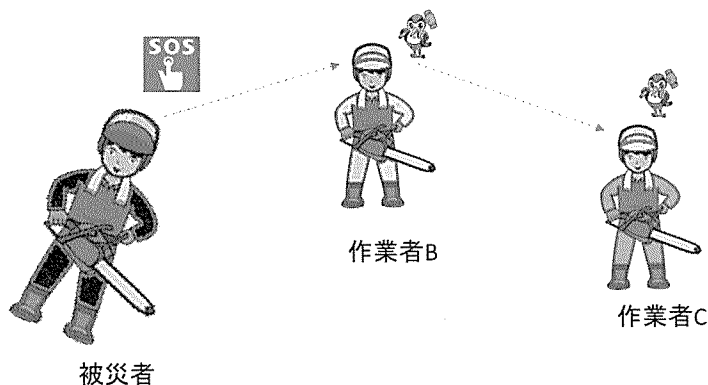


▲写真① ヘルメット後部に装着した量産試作品

きました。何よりも早期発見が重要のようです。

通知方法

- 1) 被災者が身体に受けた衝撃や転倒（回転）などを検知する方法としては、スマートフォンなどに搭載されている多軸ジャイロセンサーを活用することで加速度や角速度を検知し、強い衝撃や転倒があったこと（事故に遭遇したことを）通知可能です。
- 2) 遠方へ自動的に知らせる方法としては、上記の方法で検知し、無線を使って遠隔地に知らせる方法が考えられます。ただし、日本の山林の多くは公衆電話サービスエリアから外れていること（圏外）が多いので、林業事務所など特定の場所に通知することができません。今回開発した安全装置の無線方式では、仲間同士で助け合う方法を



▲写真② 山林内実験に用いた道具

▲図① 特殊な無線通信方式による通知方法(マルチホッピング)のイメージ
被災者からのSOS信号で作業者Bのキツキ・ハンマーを動作させ、同時に作業者Bの装置が中継器になり、作業者Cに伝えることができる。作業者が数十人いても無線が届く範囲であれば、全ての作業者へ通知することができる。

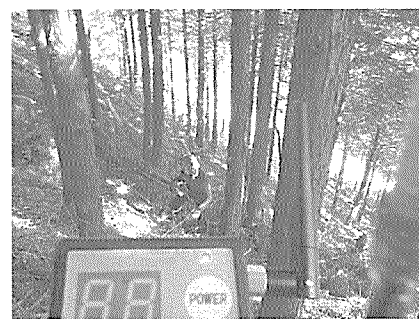
考慮し、省電力無線 ZigBee (ジグビー) 方式を採用しました。

この ZigBee 方式は無線の免許が不要で、誰でも使うことができます。この無線方式の最大の特徴は、複数のヘルメットに取り付けた無線機(キツキ・ハンマー)が自動的に中継装置になり、電波が伝わる距離であれば仲間の全てに対して SOS の信号が届くことです(図①)。

3) 騒音環境下でも確実に「助けて」の信号が届くように、キツキ・ハンマーを考案しました。重機やチェーンソー等の騒音の中でも「助けて」の合図を認知できる方法です。キツキのようにヘルメットをコツ・コツと叩き、その鳴動によって被災者からの合図を全員で受け取ることができます。ですから、被災者の作業現場にいち早く向かうことができます(特許出願済み)。ヘルメットを叩く鳴動は、騒音下でも判断しやすいように、叩くリズムを単調な連打ではなく、変化させることが有効でした。大きな刺激ではないので、驚くことによる二次被害の心配はありません。写真②、③のように山林での実験を行いました。

なぜキツキ・ハンマーになったか？

キツキ・ハンマーを考案するまでに、携帯電話(スマートフォン)などに搭載されているバイブレーション機能やLEDによる発光、イヤーマフにスピーカを内蔵するなど、それぞれ実験装置を作り確認しました。バイブレーションではチェ



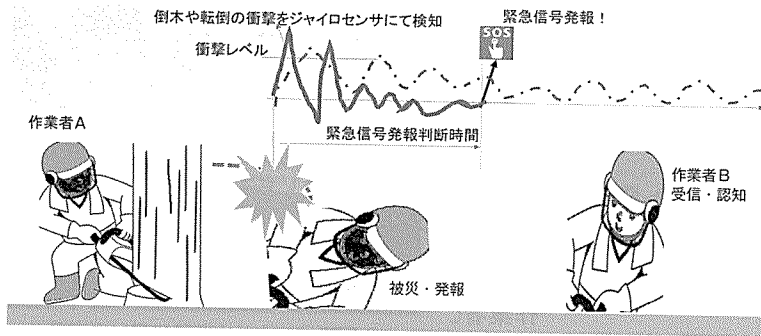
▲写真③ 山林内での鳴動キャッチ実験

ンソーの動作振動のほうが大きく、まったく認知できませんでした。LEDランプの発光やスピーカを通じた「ピー音」は、突然目や耳に刺激が来るので、受信者(作業者)は驚いてしまい、二次被害の危険性の増すことが分かりました。

誤報の削減

転倒や滑落の検知方法を曖昧あいまいにすると誤報率が高まり、「オオカミが来た」現象になってしまいます。誤報をいかに減らすかが大きな課題です。

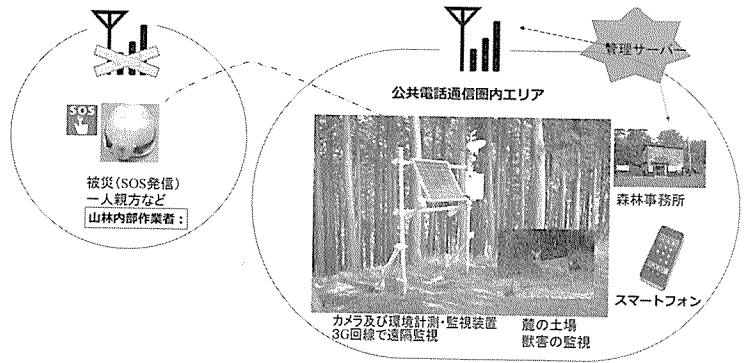
被災者が緊急スイッチなどを押すことができない状態も想定すると、例えば、歩行中にヘルメットが枝に当たる衝撃、尻餅をついたときの衝撃、作業ヘルメットを投げたときの衝撃などは、装置に搭載したジャイロセンサーの動きを常に監視して、実際に作業者が倒れた後の(通信)処理をどうするかが課題でした。ソフトウェアで処理することで、ある程度は解決できます(次頁図②)。しかし万能ではないので、多くの作業者に使っていただき、現場からの声によってより安全性や利便性を高めていく必要があると思います(次頁写真④)。



◀図② 衝撃検知方法及び発報の概要



▲写真④ 装着イメージ



▲図③ 安全装置+環境計測・監視装置で拡張できる安全性

動作イメージ：環境計測・監視装置（電話回線付属）と作業者安全装置を連携することで、電話が通じるエリアであれば一人作業中の滑落や転倒事故を検知し、自動的に、予め指定した事務所のパソコンやスマートフォンに通知することが可能。また、作業者が電話通信不能エリアにいても、図のように環境計測・監視装置と安全装置が通信範囲内であれば通知可能。距離が遠い場合は中継器を設けることで実現できる。

近未来の安全装置

このように、完全な検知方法を目指すことは難しいのですが、検知精度を上げ、誤報を少なくするためには、林業従事者の皆様と一緒に、大きな仕組みを考え、近未来的な安全装置を作ることが大事だと考えています。一つの構想例が、環境計測・監視装置や獣害防止装置との連携です。

昨今のゲリラ豪雨などにより、各地で地すべりや崩壊が発生しています。また、野生のシカやイノシシなどによる獣害の問題なども、大きな課題です。山林の雨量、温・湿度、風力（向）の監視などはもとより、山林作業現場や土場の監視（盗伐や駐機している重機の盗難）や、麓の畑でシカやイノシシなどの獣害を監視することと同時に、山で働く人を守る装置が山の至る所に設置されることで、山林作業者が身に着けた安全装置（キツツキ・ハンマー）と自動的に接続することができれば、一人作業（一人親方）でも安心して森林

作業を行うことが可能です（図③）。

さらに、人工知能やeラーニング（学習させる）を利用して、常に作業者の体温、心拍、動作振動などをセンサーで監視し、取得したビッグデータを基にソフトウェアの研究を行い、作業者のヒヤリハットの検出をして、未然に事故を防ぐことも不可能ではありません。また、獣害対策としてもeラーニングにより、捕獲のための罠を監視し、目的の動物のみを捕獲することも将来は可能になると思われます。

皆で作る安全装置、林業や農村だけでなく労働事故全般を減らすためにも、大きな社会システムとして、「どこにいても安心」して作業できるシステムを目指します。（まつもと けいご）

◀謝意▶

共同開発：株式会社システムクラフト
 実験協力：株式会社東京チェンソーズ
 写真協力（環境計測・監視装置）：データテクノロジー株式会社