

耐衝撃性を考慮した無線センサノードの開発

Development of a Sensor Node with Impact-Resistance Capability to Gather Disaster Area Information

澤井 圭¹, 河野 仁¹, 羽田 靖史², 川端 邦明³, 鈴木 剛¹

1: 東京電機大学, 2: 情報通信研究機構, 3: 理化学研究所

あらまし

The paper describes development of prototype of the novel sensor node with impact resistance capability for gathering disaster area information. We have been discussing the development of the gathering information system for disaster area by utilizing rescue robots and wireless sensor networks. Then we propose launching deployment method of the sensor node for deploying dangerous place where a human and robot cannot enter. In order to realize launching deployment, the sensor node has to be protected from dropping impact. Therefore, we covered the sensor node by impact-resistance structure. Prototype of the sensor node consists of plastic ball for the impact-resistance structure and the sensor node core for sensing, communication and information processing. Experiment confirmed that prototype of the sensor node was able to communicate and launch.

1. はじめに

阪神・淡路大震災以降、災害被害軽減化を強く図るため、防災に加え、**減災**(*1)という考えが浸透

➡ 減災を図るためには、被災後の被災エリア内の**迅速な情報収集**が重要

ヘリ(UAVs)等を用いた空撮・観測



衛星による空撮

情報収集の目的

- ・消防、レスキューの初動体制の構築
- ・的確な被災者誘導
- ・レスキュー活動者の2次災害リスクの軽減
- ・的確な復旧・復興活動の実現
- ・各種インフラの早期回復

様々な環境における情報収集システムについての検討が行われている

➡ 地下空間における被災後の情報収集が難しいことがわかってきた

(*1)あらかじめ被害の発生を想定した上で、その被害を低減させていこうとする取り組み

Fig. 1 地上からの情報収集の概要

2. 地下空間における情報収集の課題

地下空間における情報収集を妨げる要因

- ・各種インフラの崩壊(送電, 通信, 交通等)
➡ 地下空間内の既存モニタリングシステムの利用不可
- ・上空からの情報収集が不可(衛星, UAVs等)
➡ レスキュー隊員への二次災害の危険性が高まることから生じる作業の遅れ
- ・地上との通信の隔絶(レスキュー隊員, 自衛隊等)
➡ 俯瞰的な情報収集の不可

これまでに提案されている手法

- ・レスキューロボットを用いた情報収集システム
 - ・有線での操作における行動の限界
 - ・定点観測が不可
- ・装備の高機能化によるレスキュー活動支援
 - ・二次災害の危険性が払拭しきれていない
 - ・定点観測が不可

突発的災害被害の検知, 網羅的情報収集への対応が難しい

これらの課題を背景にレスキューロボットを用いた情報収集システムの検討が行われている



検討事項

- ・レスキューロボットへの遠隔操作用通信インフラの提供
 - ・定点モニタリングシステムの構築
- これらの検討が急務

我々の提案システム

無線センサネットワーク技術を組み込んだシステム

3. 我々の提案システム

レスキューロボットと、無線センサネットワーク(*2)を用いた情報収集システム

➡ 従来手法にWSN技術を追加することで課題解決を目的

システムの概要

- ・無線通信インフラを利用したレスキューロボットの無線遠隔操作
 - ➡ 無線センサネットワークを用いた無線通信インフラの提供
- ・一定期間における定点観測の実現
 - ➡ レスキューロボットによる無線センサネットワークの構築
- ・レスキューロボットが活動できない場所における情報収集
 - ➡ レスキューロボットを用いたセンサノードの投射配置

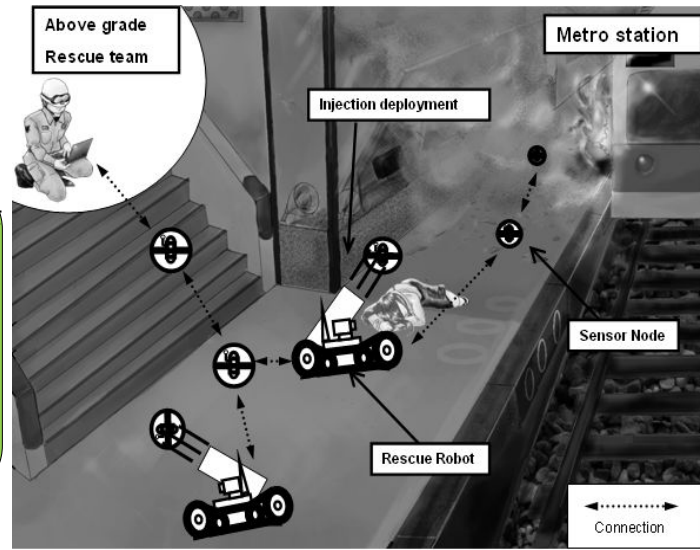


Fig. 2 提案システム

投射配置を考慮したセンサノードが皆無

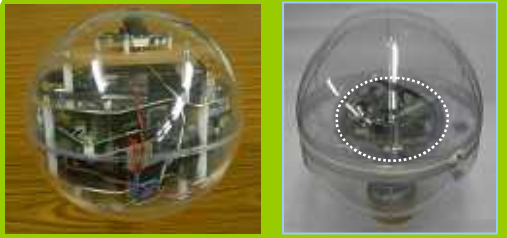
落下点、及びセンサノードへの落下衝撃を考慮した耐衝撃機構の開発

・落下点、センサノードへの衝撃緩和

(*2) 無線センサ端末(センサノード)から構成されるネットワークの提供. 無線通信インフラ, 環境情報の収集を可能にする.

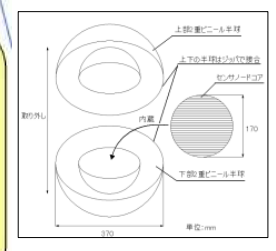
4. 開発した無線センサノード, 及び耐衝撃機構

開発した耐衝撃センサノード



開発したセンサノード 耐衝撃センサノード

・着地時の衝撃	⇒ 衝撃吸収性のある材料で保護
・情報処理機能	⇒ 組み込み計算機を搭載
・情報収集機能	⇒ カメラとセンサを搭載
・電源	⇒ バッテリーを搭載
・無線通信	⇒ 無線通信デバイスを搭載



耐衝撃センサノードの概要

落下地点や、センサノードへの衝撃緩和を考慮し、耐衝撃機構には塩化ビニール球を採用

塩化ビニール球の厚さ決定

$$T = \sqrt{\frac{W}{(P/98) \cdot \pi} + (D + d)^2} - D$$

T: 塩化ビニール球厚さ [cm]

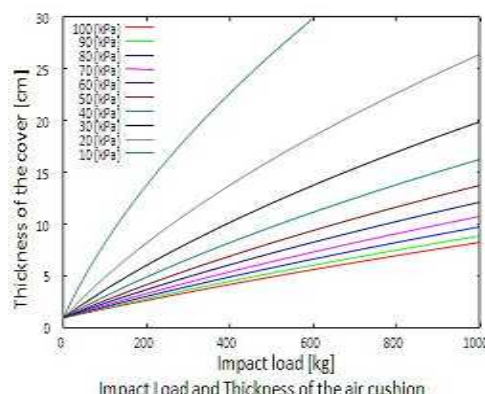
W: 落下時の衝撃荷重 [kg]

P: 塩化ビニール内の内圧 [kPa]

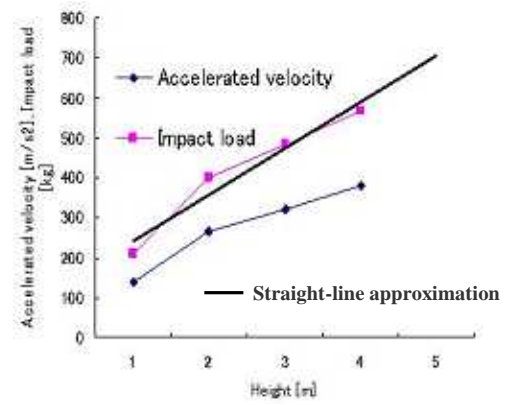
D: センサノード半径 [cm]

d: マージン [cm]

落下時の衝撃荷重は自由落下試験により決定 厚さ 6.5[cm]



塩化ビニール球の厚さ決定グラフ



自由落下試験の結果(加速度, 衝撃荷重)

決定した塩化ビニール球厚さを用いた耐衝撃機構の評価 (約10[m]の斜方投射, 5[m]の自由落下)

耐衝撃機構の耐衝撃性を確認 (搭載デバイスの起動, 無線通信品質)

5. 今後の展開

- ・センサノード搭載デバイスへの衝撃加速度試験
 - ➡ 落下衝撃が加わった際にデバイスに加わる衝撃加速度を考慮した, センサノード搭載デバイスの評価
- ・センサノードの投射配置機構の検討
 - ➡ レスキューロボットに搭載するセンサノード投射配置機構の検討を実施

6. 謝辞

本研究は文部科学省研究費補助金基盤研究「被災地情報収集センサネットワークノードの開発」の一環として行われた。また、沖エンジニアリング株式会社信頼性技術事業部より計測器利用、そして耐衝撃性に関する御助言などの御協力を頂いた。ここに示して感謝の意を表する。