

防災・減災情報を効果的に伝送するメッシュネットワーク型 インテリジェント拡声システムの研究開発 (132310012)

Development of intelligent public address system using a network connection

研究代表者

菅木 禎史 熊本大学

Yoshifumi CHISAKI Kumamoto University

研究分担者

北須賀 輝明[†] 坂本 修一^{††} 山田 文彦[†]

Teruaki KITASUKA[†] Shuichi SAKAMOTO^{††} Fumihiko YAMADA[†]

[†]熊本大学 ^{††}東北大学

[†]Kumamoto University ^{††}Tohoku University

研究期間 平成 25 年度～平成 26 年度

概要

防災・減災システムの一つである、地域ごとに設置された屋外拡声放送設備が一齐に音を放射することにより、隣接区域の屋外拡声放送設備群が放射する音情報が受聴地点で重なり合い、音響的な悪環境を生じさせるために本来の情報伝達を妨げる。この問題に対して、音の伝搬特性および拡声放送設備の隣接状況を考慮して、それぞれの拡声設備が相互に連携し、音放射のタイミングをずらすことにより、サービスエリアでの音響的な受聴状況の改善が実現できる。本研究開発では、提案するシステムの原理をシミュレーションで確認し、地域企業でも容易に低価格で実現できる仕様設計の確立を目指す。

1. まえがき

昨今の災害による甚大な被害があり、その被害軽減を実現することを目的としている。

総務省がロードマップの一部に掲げている ICT を利活用した、「必ず」情報を届け、住民が適切な行動を取れる方針を掲げ、複数の情報技術を活用して情報伝達を行う術が提案され、実証実験が執り行われる中、住民の生活の一部となっている屋外一斉放送の高度化に関する研究が十分とは言える状況ではなかった。ICT 技術を活用した個人向けもしくは各世帯向け情報伝達が個人や家族などの小グループには役立つが、それらが活用できない状況においては、従来から活用されている屋外一斉放送は大きな役割を果たすことは明らかである。

この屋外一斉放送は、内閣府東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会、第7回会合資料(2014.8)にある様に、聞き取りづらい状況であり、それは隣接する屋外拡声装置が同時に放射することや屋外建設物による音の反射などにより、音情報を相互にマスクすることが主たる問題である。

この問題に対し、ICT 技術を活用することにより、屋外拡声装置が自律的に環境に適応し、情報伝達の精度向上を目指す。

2. 研究開発内容及び成果

インテリジェント拡声装置においては、屋外拡声装置からの音放射タイミング、放射音圧、指向性などを制御することが期待されるが、これには、複数の研究課題があるために、制御装置の基本機能の実現に絞り込み、本研究課題では、

機能 1) 各インテリジェント拡声装置間の相互の距離を検知する機能

機能 2) インテリジェント拡声装置から音声の伝搬位置を管理する機能

機能 3) 隣接インテリジェント拡声装置との連携によるフォールトトレラント機能

機能 4) J-ALERT などのインフラの上流からの送出指示を受け取るための公衆回線との接続機能

機能 5) 自局の ROM に固定フレーズを実装し、かつ外部からの音響情報も伝送できる機能

機能 6) 音情報の重複を考慮せずに強制的に放出するフェイルセーフ機能

機能 7) 他局の故障を検出し、音のレベルアッテネータを解除し、サービスエリアを拡張する機能

機能 8) 他局から放出される拡声音や環境音をモニタリングできる機能

を、インテリジェント拡声装置として実現することを研究開発課題とした。

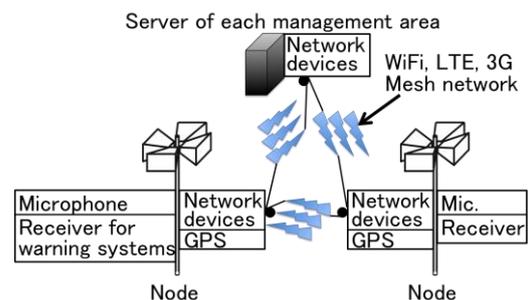


図 1 インテリジェント拡声装置の構成

上記の機能を実現するために、各拡声装置には、通信機能、GPS、マイクロフォン、J-ALERT 等からの入力を装備する装置を設計した。その構成を図 1 に示す。インテリジェント拡声装置は、GPS により自身の位置を得ることができ、LTE/3G、Wi-Fi を介して、相互に位置情報、再生状況、死活状況などの情報共有を行う。それぞれにおいて、ハンドマイクでのアナウンスができ、それが関連するインテリジェント拡声装置に配信され、放送のタイミング制御

により拡声される。

この構成のもとで、制御アルゴリズムの開発を行った。理想的な音伝搬の条件において、それぞれの拡声装置の位置、サービスエリアを考慮し、放送タイミングを制御する。

ここで開発したアルゴリズムは、ラップトップ PC およびシングルボードコンピュータ Raspberry Pi 2 Model B に実装を行った。

図 2 に、シングルボードコンピュータで実装したシステムでの出力結果を示す。インテリジェント拡声装置が 3 機設置し、それぞれから音が同時に届く地点（受音点）での観測を想定したシミュレーション結果である。制御前は、受音点で同時に音が到達しているが、タイミング制御を行うと、受音点で時間差をもって到達していることがわかる。

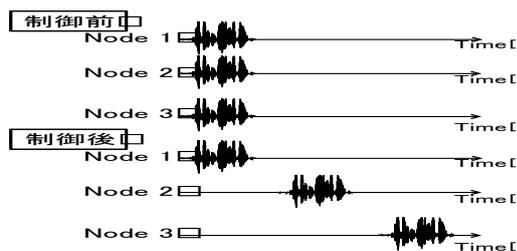


図 2 受音点での音伝搬状況

また、GPS の計測精度に依存する制御遅延、ネットワークを介することによる制御遅延を計測し、現場での影響を検討した。さらには、放送音声へのポーズ挿入が音声明瞭度に与える影響を検討するための実験、雨音が了解度に与える影響を検討するための予備実験、反射音の影響を推定するためのシミュレーションを行った。

この研究課題を遂行するにあたり、以下の今後の課題も明確になった。

課題 1 地理的な条件、天候、風向き、気温の高度な予測技術：これは、既に科研費等で研究が推し進められているが、研究遂行者と情報交換の結果、実用化にはまだ時間がかかる状況である。

課題 2 フィールド実験：本研究課題で、システム構築は可能であることが示された。構築システムでのフィールド実験を行い、精度の高い制御が必要となる。フィールド実験は、日本では実験場所が限られており、加えて地域住民への協力依頼などが必要あるため、雄大な自然環境をもつ海外などでの実施を検討する必要がある。

課題 3 関連各部署との連携：防災無線を管轄している自治体およびその実装を担当するコンサルティング会社および実装を請け負う企業との連携が必要である。

課題 4 屋外計測技術の開発：屋外での音の計測は、風雑音などが混入し、信号対雑音比の計測などが困難である。フィールドでの音響計測技術の高精度化は、推し進めるべき課題であることがわかった。

課題 5 本研究の延長上の課題：本課題であるインテリジェント拡声装置の高機能化を実現するために、周辺の音環境を推定し、聴取時の妨げになるビル等からの反射音を検出するアルゴリズム開発を行っているが、引き続き精度向上が必要であることがわかり、我々はその実現を目指し、研究を行っている。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本課題であるインテリジェント拡声装置の基本設計を行い、理論的に制御可能であることを示した。今後は、実証実験を行うとともに、企業によるハードウェア化が望まれる。

この技術は、防災システムのみならず、地域活性化のために、アーケードや駅などの公共放送においても改善を実現できる可能性がある技術である。自治体の街興しなどと連携し、効率的な実装計画が望まれる。

4. むすび

屋外拡声装置の充実は切に望まれる課題である。（一社）日本音響学会においては、防災無線に関する委員会を設置し、引き続き活動を行っている。このように、区切りをつけることなく、継続的な地道な研究活動が引き続き必要である。

本研究にあたり、関係各位には多くのご協力を頂いたことを、ここに御礼申し上げます。

【誌上发表リスト】

[1] Taira Onoguchi, Dan Murakami, and Yoshifumi Chisaki, "Emission timing control method for improving signal to interference ratio on public address system," *Applied Acoustics*, Vol. 98, pp. 70-78, (2015.11)

[2] Irwansyah, Taira Onoguchi and Yoshifumi Chisaki, "Estimation of time difference of arrivals between direct sound and reflected sounds using time-frequency information of a single-channel signal," *Acoustical Science and Technology* (accepted)

[3] Yoshifumi Chisaki, "Intelligent public address system with a network connection," *The Taiwan/Japan Joint Research Meeting on Psychological & Physiological Acoustics and Electroacoustics*, pp. 1-6 (2015.10)

【受賞リスト】

[1] 小野口平、日本音響学会 学生優秀発表賞、“放射タイミング制御を備えたインテリジェント拡声システムにおける入出力間の遅延に関する検討”、2015年3月17日

[2] 木村翔平、日本音響学会九州支部学生表彰、“風切り音が帯域分割相互相関による屋外反射物までの距離推定精度に及ぼす影響の検討”、2015年3月28日