

可視光照明を活用した音声通信システムの検討

山南 圭吾 江川 香奈 宮保 憲治

東京電機大学大学院 情報環境学研究科

1. はじめに

ユビキタス社会の実現のためには無線通信インフラ設備をセキュアに活用できる通信環境の充実が必須である。しかしながら、医療現場などでは精密機器の誤動作や人体への影響を考慮した場合、無線通信のインフラは、自由に配備できない現状がある。一方、通信の電波の周波数帯よりも高周波を扱う無線技術としてLEDを使用した可視光通信の研究が進んでいる。LEDは低消費電力特性と長寿命特性が優れるため、照明として既に一般家庭にまで普及している、LEDの高速点滅機能を活用し、通信機能を付加することでユビキタス通信の照明としての活用も可能である。本稿では、LED照明を病院環境に適用する可能性について可視光音声用実験装置を使用し、通信距離特性、中継器の有無による通信品質及び品質を客観評価した結果を述べる。

2. 可視光通信の特徴

可視光を通信媒体として使うことにより人体や精密機器に対する影響を無くすることができる。可視光の通信範囲は容易に制限することが可能なため、セキュリティ面でも優れた特性を持つ。またLEDの高速点滅特性を活かした高速通信では、近距離に配備された可視光通信光源以外は、すべてノイズ発生源として影響するため、一般的には通信距離の制限を受ける。このため通信距離を拡大するためにはレンズを使用するなどの工夫が必要となる。

3. 病院内照明に要求された機能

以前からミュージックセラピーやアロマセラピーなど音や匂いは医療目的で利用する試みが実施されている。しかしながら、可視光を医療目的で使用する実績は少ない状況である。最近では光の癒し効果についての研究が進み、光を医学的に利用する研究が重要視されつつある。病院内の照明としては、癒しやストレス解消といった快適性も求められつつある。このためには、照明の採光手法や光源の照度などの適切な設定

Study on the voice communication system by using visible lighting †

Keigo Yamanami, Kana Egawa, Noriharu Miyaho
Graduate School of Information Environment Technology

が必要である。このように、LED照明を可視光通信と併用することにより、ストレス軽減にも役立つ可視光の新しい医学的利用を可能となる。

4. 音声通信システムの概要

本稿では電波の利用制限のある医療現場内での利用を前提とした、可視光音声通信システムの利用方法について述べる。本システムは、病院内照明に可視光通信技術を用いた無線通信装置を具備し、当該の照明機能が入院患者の人体や精密機器に悪影響を及ぼさずにデータ通信を可能にする無線通信機能を備える。受信端末の所持者のみがデータ受信が可能である。この環境を活用して、医師と看護師間または看護師と患者間の情報送信が安全にかつ、スムーズに行うことができる。本システムを実装するにあたっては、病院内での適用方法を正確に知ることが重要である。

5. 可視光通信装置の概要

可視光通信実験装置の概要を図1に、装置要素の詳細を表1に示す。

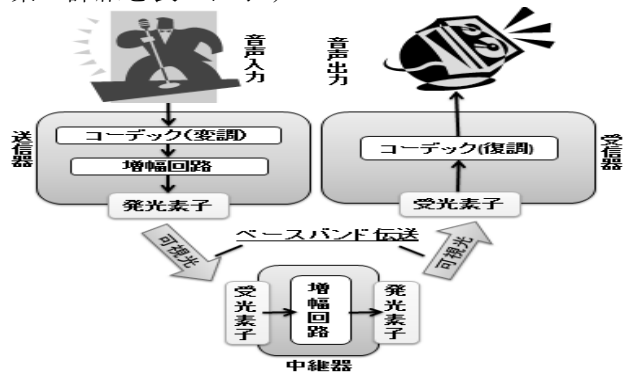


図1 可視光通信実験装置の概要

表1 実験装置要素の詳細

発光素子	白色ワールLED 1W 100ルーメン
受光素子	5V出力 可視光受光 アンプモジュール
スピーカー	8W 8Ω スピーカー
中継器数	1台

音声入力は増幅回路を通して発光素子でベースバンド伝送され、中継器内の受光素子にて受信される。中継器内の増幅回路を通し再び発光素子で伝送され、受信器の受光素子で受信し、スピーカー出力される。

6. 通信品質評価の概要

本実験では中継器の有無による発光素子と受光

素子間の距離における通信品質を比較した。Arduino マイコンを用いてシリアル通信を行い ASCII に変換された文字データを送信する。送信した文字列の詳細を図 2 に示す。

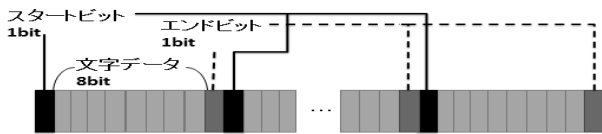


図 2 送信データのビット列

受信側にて到着した文字列が正しいかどうか判別し、誤検出の場合のエラー率 (%) を計測した。計測時のエラー率は以下の計算式で求めた。

$$\text{エラー率} = \frac{\text{エラー文字数}}{\text{送信文字数}} \times 100$$

評価に使用したデータ送信用のパラメータを表 2 に、各ボーレートにおける通信距離及び中継器の有無によるエラー率の計測結果を図 3 示す。

表 2 データ送信用パラメータ

ボーレート	9600, 14400, 19200
通信距離	1cm~14cm(1cm 間隔)
送信データ数	1000000 文字
パリティビット	なし

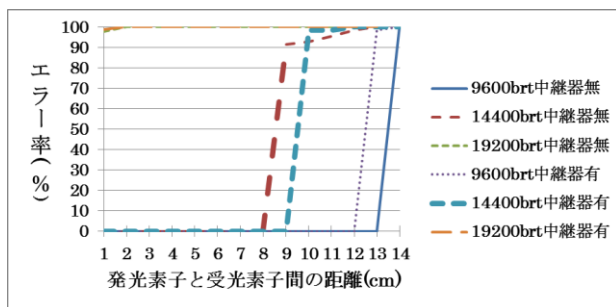


図 3 エラー率計測結果

通信距離が 14cm 以上の場合に受光素子が可視光を感知できなくなり、通信不能になった。またボーレートが高くなるにつれて通信可能距離が短くなったことが確認できた。通信距離が離れたため、受光素子の感知電圧レベルが減少し、スタートビットが正しく検出できなくなったことが理由と考えられる。中継器を経由した場合、通信可能距離が 1cm 程短くなったことが確認できた。中継器での波形整形が不十分であったことが劣化が生じた原因と考えられる。

7. 音声品質評価の概要

通信距離及び中継器の有無による、音声通信を行い MOS 評価にて音声品質評価を行った。MOS 評価には会話品質評価と受聴品質評価の 2 種類があるが、本実験では受聴品質評価のみ評価した。評価方法及び音声通信用パラメータの詳細を表 3 に、MOS 値評価結果 (被験者 3 名) を図 4 に示す。音声発生部に PCM コーデック (64kb/s) を

付加し、あらかじめ録音した男性のアナログ音声をデジタルデータに変調し、発光素子を用いて伝送をした。デジタルデータは受光素子で受信後、正常に復調されることを確認できた。

表 3 評価方法及び音声通信用パラメータ

評価手法	MOS 評価
評価項目	受聴評価
被験者数	3 人
中継器数	0 ~ 1 台
通信距離	5cm 及び 10cm

表 4 MOS 値評価結果

通信距離	中継器数	MOS 値
5cm	無し	4.67
10cm	無し	4.67
5cm	1 台	4.33
10cm	1 台	3.33

中継器を含めた場合、MOS 値が低くなり中継器での受聴品質の劣化と考えられる。この理由は中継器にて受信電圧の増幅は行われたが、波形整形が不十分なために劣化が見られたと考えられる。今回の被験者数は 3 人であったが今後は被験者を増やしていく予定である。

8. 考察と今後の課題

JIS の照度規格により病室や待合室、廊下などは 100~300Lx、玄関ホール、事務室、処置室などは 300~750Lx などの照度が必要とされている。さらに病院内の照明には安らぎや癒しなどの快適性が求められ、照度の必要条件を満たすと共に、どのような特性を有する照明が人に最も快適かを考慮した照明設計が必要である。

本実験で使用した装置では最大 13cm までの近距離通信しか行えなかったが、今後レンズを適切に使用して通信距離を伸ばす、中継器の波形整形回路の追加などの工夫を考慮する必要がある。本実験では病室内の可視光通信の音声通信品質に関わる適用性の評価を行ったが、患者と医療従事者との間で、更にもどのような要素が必要となるかについても併せて調査し、通信機能を併せ持つ可視光照明の適用領域を明確化する必要がある。今後、病院勤務の医師、看護師を対象として、適切なアンケート調査等を行い、どのように可視光照明の付加機能を充実させることが、これからの福祉社会に貢献できるかについて、評価・検討を進める予定である。

9. 参考文献

[1] 山南圭吾 江川香奈 宮保憲治 “可視光音声アナウンスシステムの検討”

電機情報通信学会東京支部学生大会 講演番号 48