

知的照明システムにおける通信プロトコル

—データ転送に用いる通信 API の検討—

三木光範[†], 西田健^{††}, 廣安知之[†]

同志社大学工学部[†], 同志社大学大学院^{††},

1 はじめに

我々の研究室では次世代型の照明システムとして、知的照明システム¹⁾の開発を行っている。知的照明システムは照明機器と移動可能な照度センサがネットワークで接続されており、照度センサの値を基に各照明が自律的に光度を変化させることで目標の場所に目標の照度を提供し、かつ省電力を実現するシステムである。

知的照明システムにおいては、各照明の光度を決定する分散最適化アルゴリズムが完成し、実機による動作検証実験も行われ、今年度は実用化へ向けて実環境における実証実験が開始される予定である。現在の知的照明システムは各照明に汎用PCが接続されているが、実用化の際には、ワンチップ化されたカスタムLSIを各照明に組み込む。そのため、現在の通信方式が知的照明システムにおいて適切であるか検討する必要がある。本報告では、知的照明システムの通信方式を検討し、改良を行った結果を示す。

2 知的照明システムの構成

2.1 通信API(Application Program Interface)

我々の研究室ではPCクラスタを用いた分散最適化技術の研究を行っており、その技術を応用し、知的照明システムを開発した。そのため、現在の知的照明システムはMPI(Message Passing Interface)を用いて通信を行う。MPIとは、PCクラスタなどの分散メモリ型環境における複数のプロセス間で並列計算を行うためのデータ通信の標準的な規格である。現在の知的照明システムは、MPIの実装系の一つであるMPICH(MPI CHameleon)を用いてその制御を行っている。

2.2 ネットワーク構成

現在の知的照明システムは、照明1灯毎に1台ずつ接続されたPC、数台の照度センサから受信した照度情報を扱うPC、仮想電力量の計算を行うPCが1つのネットワークに接続されている。知的照明システムにおけるデータ通信の流れをFig. 1に示す。また、各PCの役割は次の通りである。

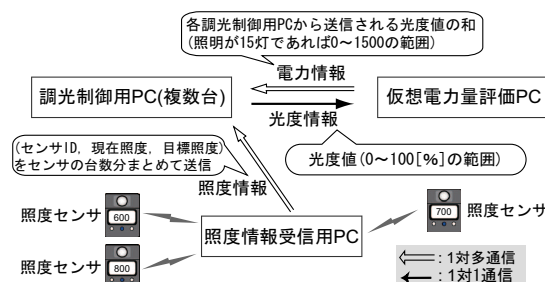


Fig. 1 知的照明システムにおけるデータ通信の流れ

- 調光制御用PC
照度情報受信用PCから受信した照度情報及び仮想電力量評価PCから受信した電力情報を基に、照明の次光度を決定し調光を行う。
- 照度情報受信用PC
照度センサから受信した現在照度情報、目標照度情報およびセンサIDを各調光制御用PCへ送信する。

- 仮想電力量評価PC

各調光制御用PCから受信した光度の和を仮想電力として算出し、各調光制御用PCへ送信する。

3 通信APIの変更

MPIは同期処理やグルーピング等を行う機能があるため、ソフトウェアの容量が大きい。また、MPIは並列計算用の通信APIであり、通信時にデータの欠落が起こらないようにTCPを用いて実装されていることが多く、通信にかかる時間も長くなる。そこで、UNIXやWindowsなどの各種OSが持つTCP/IP機能を利用するためのsocketAPIを用い、かつ通信負荷の小さいUDPを用いて通信を行うようにシステムの改良を行う。

4 UDPのパケット損失率の測定

Fig. 1に示したように、知的照明システムには照度を複数台のPCへ送信する通信がある。この通信において、UDPのブロードキャストを用いることで通信におけるオーバーヘッドを小さくすることができる。

しかし、TCPと比較するとUDPは通信における信頼性が低く、通信路の途中でパケットの損失が起こることが考えられる。そこで、高スペックのPCから低スペックのPCへ知的照明システムの通信で生じる平均的なサイズの100バイトのパケットを連続で十分多くの回数(100,000回)送受信し、その際の受信側におけるパケット損失率を計測ツール²⁾を用いて測定する。測定したパケット損失率をTable 1に、実験に用いたPCのスペックをTable 2に示す。

Table 1 UDPのパケット損失率

パケット損失率(%)	送信スループット(Kbps)	受信スループット(Kbps)
99.8	35,810	60

Table 2 送受信PCの性能

	CPUクロック数(Hz)
送信PC	1.66G
受信PC	333M

Table 1より、通信においてパケットの損失が起きていることがわかる。これは、送信側のPCのスペックの方が高いため、受信性能以上のパケットが受信側PCに届いてしまい、パケットの損失が起きてしまったためである。そこで、各パケットの送信前にマイクロ秒単位のWait timeを挿入し、送信スループットを低下させた場合のパケット損失率を測定する。Fig. 2にWait timeを挿入した時のパケット損失率を示す。

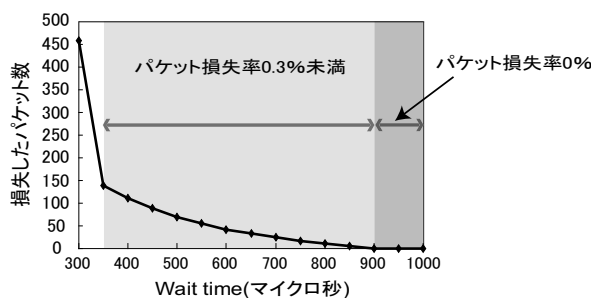


Fig. 2 Wait time挿入時のパケット損失率

Fig. 2に示したように、約1000マイクロ秒程度のWait timeを挿入することで、パケット損失率が0となった。また、この時の受信スループットは700~900(kbps)であったので、100バイトのパケットを1秒間に約1000個受信できることになる。

知的照明システムは、1秒間に数回のブロードキャストを行うことができれば動作するため、UDPを用いることが十分可能であると考えられる。実際にUDPを用いて実装した知的照明システムの動作実験を行った結果、目標照度に収束することが確認できた。

参考文献

- 1) Miki M Imazato K, Hiroyasu T. Proposal for an intelligent lighting system, and verification of control method effectiveness. *Proc IEEE CIS*, pp. 520-525, 2004.
- 2) 波多浩昭(編). いまどきのソケットプログラミング 遊んで学ぶTCP/IPネットワークの奥義. 日経BP社, 2004.