

# 知的医療空間システムにおける空調と照明の制御

中村 彰之

## 1 はじめに

医療空間は医者や患者などの立場の異なる人間、また体調や状況が異なる複数の患者が同一空間内に存在する環境であり、全ての人間にとって快適であることが望まれる。しかし、個人ごとで要求する環境は異なるのに対し、一般的な医療空間では一貫した環境を提供しているため、各人の要求を満たすことは困難である。そこで本研究では、同一空間内の複数の人間に対して各々に最適な快適さを提供可能な、知的医療空間システムの構築を目標としている。

まず本研究では、室温と明るさに焦点を当てた知的医療空間システムの構築を考えている。同一空間内で個人ごとに異なる室温や明るさを提供するための前提として、複数の空調と照明を個別に制御する必要がある。そこで、個別に動作する複数の空調と照明を統合的に管理することで上記のような制御を実現する。空調設備の統合管理のために、ビルでの設備の統合管理などに使用される BACnet プロトコル<sup>1)</sup> を用いる。照明設備の統合管理のためには、複数の照明に対して個別に輝度<sup>2)</sup> 制御を行うことが可能な調光インターフェース装置を用いる。

また、従来研究されてきた照明制御用 User Interface(UI) は照明に焦点を当てて明るさを制御するものや、数値の操作により明るさを制御するものである。しかし、ユーザの空間内の明るさに対する本来の要求は、「この辺りをもっと明るくしたい」または「暗くしたい」というものである。従来の照明制御用 UI では、この本来の要求をユーザがシステムに示すことが困難である。そこで本稿では、ユーザ本来の要求のシステムへの示し易さに着目した照明制御用 UI を提案する。

## 2 空調および照明設備の制御

複数の空調または照明の個別制御に対応できる機器を備えた実験室を用意し、その空調と照明の個別制御を実現した。実験室の様子を Fig. 1 に示す。

Fig. 1 の右側の壁にある天井から地面に延びているパイプが個別制御された空調の空気を通すダクトである。また、Fig. 1 の実験室の天井で白く光っている部分が個別制御可能な照明である。

### 2.1 空調

本実験室では、室温の制御に適している全面床吹出空調システム<sup>3)</sup> を採用している。全面床吹出空調システムでは、空調空気を床のカーペットから吹き出させる。このシステムを用いた空調の吹出し口を Fig. 2 に示す。



Fig.1 個別制御可能な空調と照明を備えた実験室 (出典：自作)



Fig.2 空調の吹出し口 (出典：自作)

Fig. 2 は実験室の床のカーペットを捲り上げている画像である。このカーペットは通気性の高い特殊なもので、カーペットの下には空調空気が吹出す多孔式のパネルが敷かれている。この空調システムの吹出風速は従来の空調よりも弱く、気流を抑えられるため、室温の制御に適していると言える。

そして、実験室では 3 つのエリアに対して異なる空調空気を制御して提供することが可能である。空調設備の制御には、ビルなどにおける設備の統合的管理に使用される BACnet プロトコルを用いている。BACnet プロトコルを用いた空調設備のネットワークの概要を Fig. 3 に示す。

Fig. 3 に示す設備制御盤が空調設備のネットワークの中心であり、全空調の制御やセンサ情報の取得を行う。そのため BACnet プロトコルに従い、空調制御用 UI から設備制御盤にユーザの希望室温を送信することで複数の空調の個別制御を可能とする。

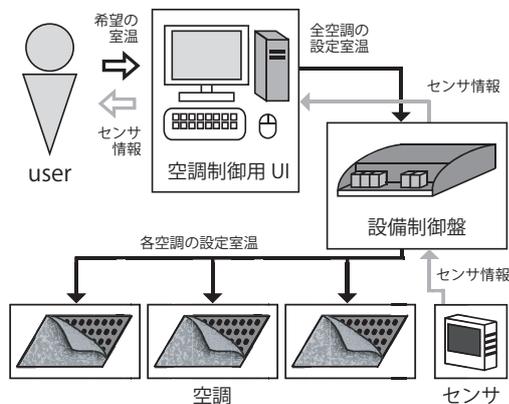


Fig.3 空調設備のネットワーク (出典：自作)

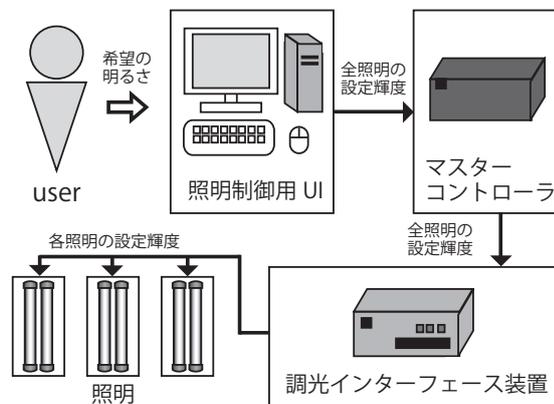


Fig.5 照明設備のネットワーク (出典：自作)

本研究では空調制御用 UI を構築し、複数の空調の個別制御を実現した。構築した空調制御用 UI を Fig. 4 に示す。

本研究では照明制御用 UI,そしてマスターコントローラ内の機能を構築し、複数照明の個別制御を実現した。構築した照明制御用 UI を Fig. 6 に示す。



Fig.4 空調制御用の UI(出典：自作)

Fig. 4 の上部が空調の温度の設定エリアである。下部は設備制御盤を通して得られる設定温度、室温、室内湿度を表示している。

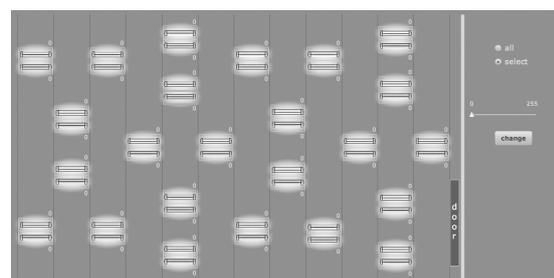


Fig.6 照明制御用の UI(出典：自作)

Fig. 6 の UI 上の照明をクリックすることで操作する照明の選択ができ、個別に輝度を設定することが可能である。

## 2.2 照明

Fig. 1 に示したように照明は 2 灯 1 セットで配置しており、その 2 灯は白色蛍光灯と電球色蛍光灯の組み合わせにより構成されている。実験室の天井にはこのセットが 24 台、つまり合計 48 灯の照明が配備されている。この 48 灯の照明は各々が調光機能を備えており、個別に 30% 点灯から 100% 点灯の範囲で制御することが可能である。照明設備のネットワークの概要を Fig. 5 に示す。

## 3 ユーザ本来の要求のシステムへの示し易さに着目した照明制御用 UI

Fig. 5 に示すように、照明の個別制御は複数の照明を輝度制御できる調光インターフェース装置によって行う。そして調光インターフェース装置を駆動するための主制御装置としてマスターコントローラを備えている。このマスターコントローラから調光インターフェース装置に対して、照明制御用 UI から得られる全照明の設定輝度を送信することで複数の照明の個別制御を可能とする。

ユーザの空間内の明るさに対する本来の要求は、「この辺りをもっと明るくしたい」または「暗くしたい」というものである。それに対して、従来研究されてきた照明制御用 UI は照明に焦点を当てて明るさを制御するものや、数値の操作により明るさを制御するものである。これらでは、「この辺りをもっとこうしたい」という本来の要求をユーザがシステムに示すことが困難である。そこで、ユーザ本来の要求のシステムへの示し易さに着目した照明制御用 UI を提案する。本照明制御用 UI では、空間(ここでは実験室)における平面の座標とその座標における明るさという 3 つの次元を表現する必要があるため、3DCG を用いている。作成している 3DCG を用いた照明制御用 UI を Fig. 7 に示す。

Fig. 7 における白色の直方体は実験室を模したものである。その直方体の中にある黒色の網目状の平面が、明るさを調節するためにユーザが操作する対象である。こ

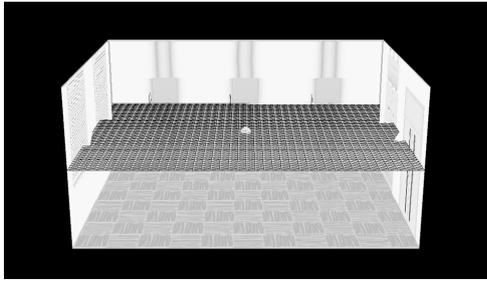


Fig.7 3DCG を用いた照明制御用 UI : 変形前 (出典 : 自作)

の網目状の平面の横軸 (x 軸) と縦軸 (y 軸) は実験室の床の横軸と縦軸に対応し, xy 座標により床の一点を示すことができる。また網目状の平面の高さ (z 軸) は, その点の xy 座標が示す床の一点における明るさの強さを表す。この z 値が高いほど明るさが強くなるように照明を制御する。そして, この網目状の平面は上下方向のドラッグ操作により, ガラス細工を作るように平面の一部を持ち上げる, または窪ませることが可能である。Fig. 8 にドラッグにより平面を変形させた後の図を示す。

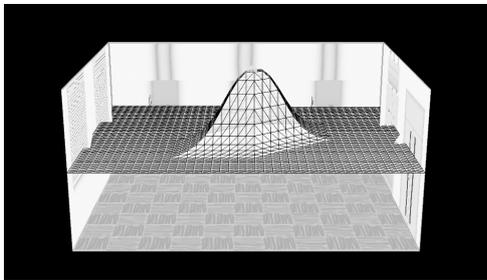


Fig.8 3DCG を用いた照明制御用 UI : 変形後 (出典 : 自作)

Fig. 8 は, Fig. 7 における網目状の平面の中央部を上方向のドラッグにより持ち上げた状態である。このように, 提案する照明制御用 UI は明るさを変化させた場所, また変化させたい量をシステムに示すことが容易であり, 「この辺りをもっとこうしたい」というユーザ本来の明るさに対する要求をシステムに示し易い UI と言える。

#### 4 まとめと今後の展望

本稿では BACnet プロトコル, または調光インターフェース装置を用いた複数の空調および照明の個別制御について説明した。また, 「この辺りをもっと明るくしたい」または「暗くしたい」という, 明るさに対するユーザ本来の要求のシステムへの示し易さに着目した照明制御用 UI を提案した。

今後, 3 章で提案した照明制御用 UI への機械学習のアルゴリズムの導入を検討する。この照明制御用 UI では, ユーザは自分の望む明るさを 3DCG の変形により再現する。しかし, 明るさの強弱に対する尺度はユーザにより

異なり, ユーザの操作によりシステムが提供する明るさの強さと, ユーザの望む明るさの強さは異なる。そこで, ユーザの明るさに対する尺度を学習するアルゴリズムを導入することで, ユーザとシステムの明るさに対する尺度の差異を埋めることが可能なシステムを検討する。

#### 参考文献

- 1) BACnet Website  
<http://www.bacnet.org/>
- 2) 照明学会・照明ハンドブック・オーム社, 2003.
- 3) 全面床吹出空調システム  
<http://www.taisei.co.jp/MungoBlobs/750/458/S09E01.pdf>