

1. 目的

配電盤の計器、ディスプレイなどの配置をそれらの干渉などを考慮しながら図面化する作業は熟練を要する。そのような作業の軽減を支援するために本技術開発ではコンピュータ内の仮想空間で配電盤等を組み立てる作業を行うことで見えない部分や干渉などを実際に確認しながら設計を進めるシステムの開発を目的とする。

2. 適用事例の調査検討

提案するシステムはコンピュータ内の仮想空間で試作や評価するシステムであるがそのような用途に合った業種について調査した。適用可能な業種として部品について標準品を多用し注文生産を多くしている企業が適当であると考えられた。そこで制御盤、配電盤を製作している企業の調査を行った。その結果

- ・制御盤、配電盤につける計器、ディスプレイ、端子の干渉チェック
- ・操作性のチェック

などを設計者の「感」で行っていることがわかった。また

・製作終了時の制御盤、配電盤の立体的な外観保存が課題であることがわかった。このような調査から図1のような製品試作の手順が考えられる。＜＞内は使用技術を示す。

3. 技術開発の目標

本システムには簡単に部品に関するデータが採取でき、配電盤内部における干渉などが確認できることが2.の調査より最低限求められる。また仮想空間を構築するためには計器などの3次元の寸法データや部品の色、模様などのテキストデータが必要となる。仮想空間を構築する素材としてそれをコンピュータに入力するためにはソ

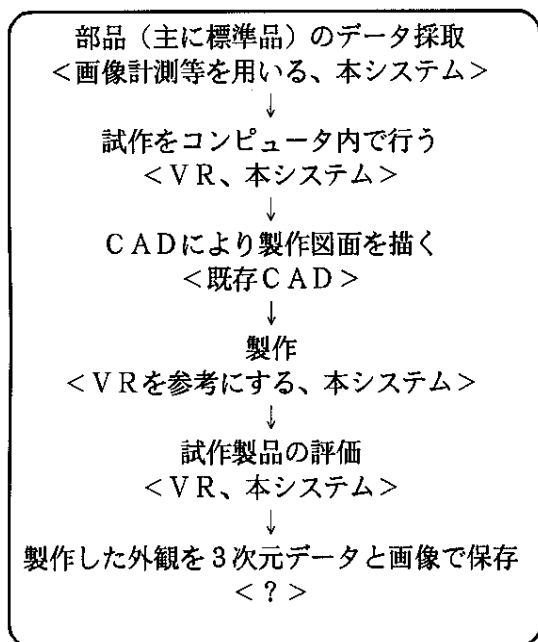


図1 提案する試作手順

フトウェアではCAD・CG用のモデラー、機器としてはレーザーを用いた寸法取り込み装置などが使われるが前者は扱いが熟練を要し、後者は高価である。

本技術開発では

1)画像計測による対象物体の寸法データ採取、テキストチャデータ採取システム開発

2)仮想空間における配電盤組立システム開発を目標とした。具体的な機能として本システム（仮想空間内組立システム）で実装した機能は

画像処理を用いた半自動的な部品の寸法データ、テキストチャデータの採取機能

操作者が部品銘板を確認可とする機能

操作者の配電盤内部の配置確認を可とする機能

操作者の組み付け時における筐体付近における部品姿勢の自動変更

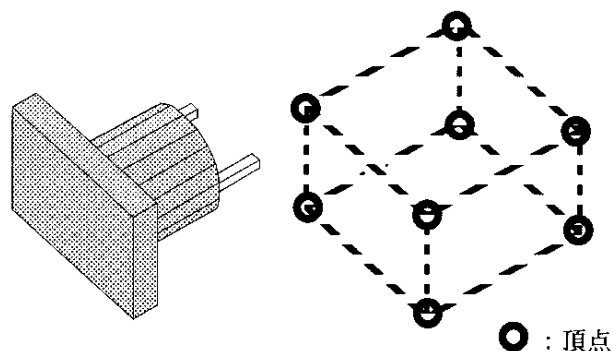
視覚、音による配電盤内部での部品干渉警告

である。の実装には画像処理装置と部品画像を撮る時の照明、カメラを用いた。画像処理プログラムはC言語を用いた。またそれ以外の機能については「3次元データ表示、加工装置」上に実装した。バーチャルリアリティ（仮想現実）用のライブラリを用いてC言語で作成した。機能の詳細は以下の通りである。

3-1 画像処理を用いた半自動的な部品の寸法データ、テキストチャデータの採取機能

現場で簡易に部品の寸法データ、テキストチャデータを採取するためにカメラから得られたデータを画像処理することでそれらを同時に採取し、後に仮想空間構築に利用する。寸法データは測定対象物体の外接直方体の8つの頂点の座標で構成される（図2）。寸法データ・テキストチャデータ採取のためのシステム構成を図3に示す。二台のカメラは同一平面に直角におかれ測定対象物体の正面と側面のデータを採取する。ライトボックス（22W）は画像計測する際に2値化データを確実に得るために測定時に背後から照明を当てる装置である。二台のカメラで得られた画像は画像処理装置に送られる。画像処理装置にて画像データは処理され寸法データ、テキストチャデータが得られる。

画像処理内での具体的な処理手順は以下の通りである。



計測対象

外接直方体

図2 外接直方体の説明

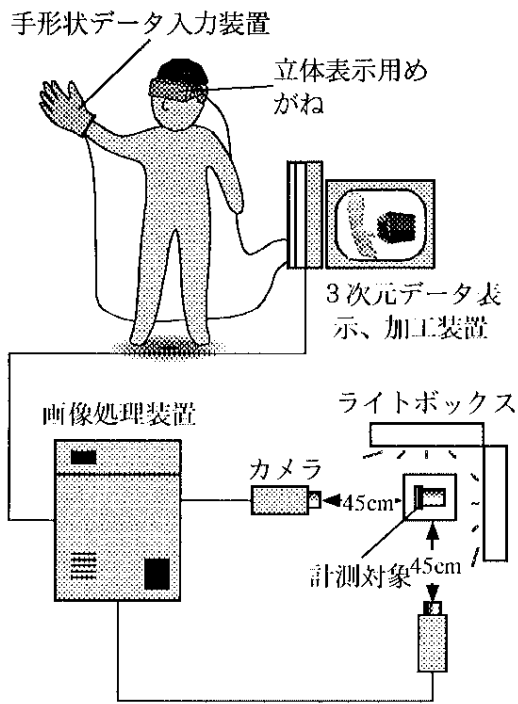


図3 システム構造

<寸法データ、画像データ保存の手順>

1. 背景画像取り込み・・・・・・・・・画像（A）
2. 計測対象画像取り込み・・・・・・・・・画像（B）
3. (B) - (A) により背景を取り去る・・・・・画像（C）
4. (C) を2値化・・・・・・・・・・・・・・・・・画像（D）
5. (D) の外接長方形を求め寸法計測する
6. 計測した値から寸法を求め DXF フォーマット形式のファイルへ保存
7. (B) AND (D) により計測対象のみの画像データを得る・・・・・・・・・・・・・・・・・画像（E）
8. (E) を TGA フォーマット形式のファイルへ保存

画像処理装置でこの処理を正面と側面について行う。得られた寸法データ、テキストデータは FTP などの機能を利用しネットワーク経由で図3の「3次元データ表示、加工装置」へ送られ仮想空間構築に利用される。

3-2 操作者が部品銘板を確認可とする機能

の機能によって仮想空間内に部品を表示させたとき、それがどういう部品であるかを部品に書かれている銘板などで確認できる。すなわち にもあるように本システムでは部品データのテキストチャを寸法データに仮想空間内で貼っている（テキストチャマッピング）ため、部品の表面の銘板などから定格、品番などの情報を確認できる。

3-3 操作者の配電盤内部の配置確認を可とする機能

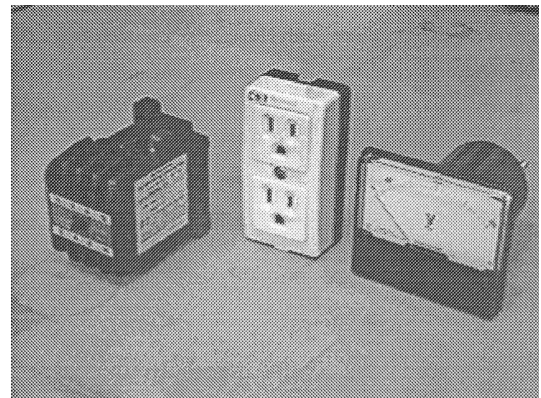
試作において試作を実物で行った場合、部品の重なりなどで奥に配置した部品同士の配置状況を確認しづらくなる。さらに実物の場合ビス止めなどとしてあり、その取り外しに時間がかかり試作時間を長くさせる。仮想空間で行った場合、筐体の扉、窓などの開口部からのみならず所望の場所から内部を観察できるので配置状況の確認作業時間が大幅に短縮されると考えられる。

3-4 操作者の組み付け時における筐体付近における部品姿勢の自動変更

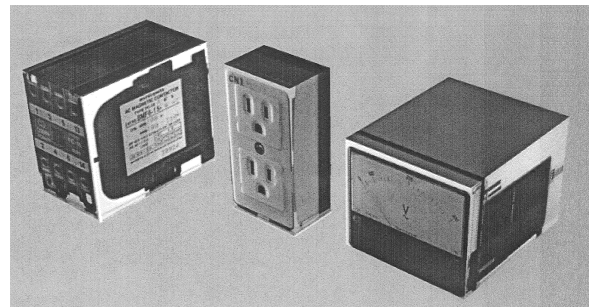
実物の試作においては筐体に部品を配置するには開口部を設け、場合によっては仮止めのためのビス孔を開けなければならない。仮想空間内においては仮想部品の配置についてそのような操作は必要としない。筐体の所望の場所に挿入すれば配置は完了する。さらに仮想部品の位置、向きなどを変えることが可能である。その機能を利用して本システムでは仮想空間内において筐体に仮想部品を設置するとき、仮想部品が筐体に垂直にまた筐体の枠と部品の枠が平行になるように自動的に回転・移動するようにした。

3-5 視覚、音による配電盤内部での部品干渉警告

従来の設計方法では配電盤内の干渉は二次元の図面上か実際に組み立てないとチェックできない。本システムでは筐体内にあらかじめ部品が存在していた場合、挿入された仮想部品がそれと干渉しているかどうかはソフトウェア的にすぐにチェックされ、干渉している場合は視覚的には文字で（本システムでは「Boo!」という立体文字）、聴覚的には部品が当たっている音ようなどで操作者に警告する。



(a)実物写真



(b)生成した部品のCG

図4 寸法データ・テキストチャデータから生成した部品のCG

4.実験

4-1 寸法データ・テキストチャデータ採取実験結果

寸法データは画像計測されたあとファイル化される。寸法データ、テキストチャファイルが作成されるまでの時間は約3分である。作成された寸法データファイル、正

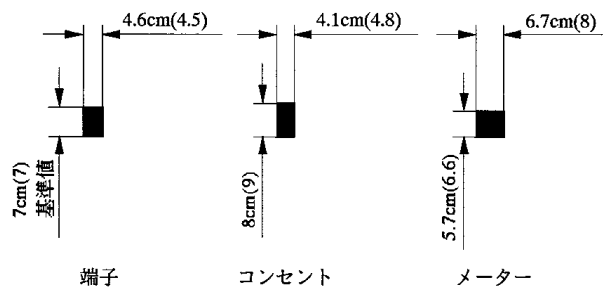


図5 計測寸法と実寸法（正面寸法）
（ ）内は実寸法



図6 操作の様子

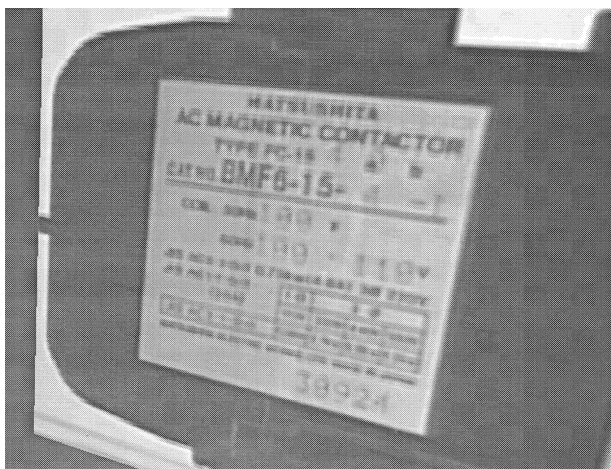


図7 部品銘板の確認（機能）

面、側面テキストチャファイルを元にCG化した部品を図4に示す。図5に計測対象の正面寸法の計測寸法と実寸法を示す。この図では計測対象「端子」の縦の寸法を基準にして他の寸法を算出している。誤差は平均8.89%であった。

4-2 仮想空間内における試作

上記のような方法で生成された対象物体（部品など）の寸法データ・テキストチャデータを用いて図3の「3次元データ表示、加工装置」にて仮想空間を生成する。生成された仮想空間内の部品に対しての操作は主に手袋型をした「手形状データ入力装置」にて行う。また仮想空間を見るために立体表示用のめがねを用いる。

実際に操作している場面を図6に示す。ここでは操作者の仮想空間内での手が図4で示される「メーター」を把持している場面を示している。また3.技術開発の目標で述べた本システムの機能を示す操作時の画面を図7～9に示す。図8では操作者が配電盤の上部から内部を見ている。

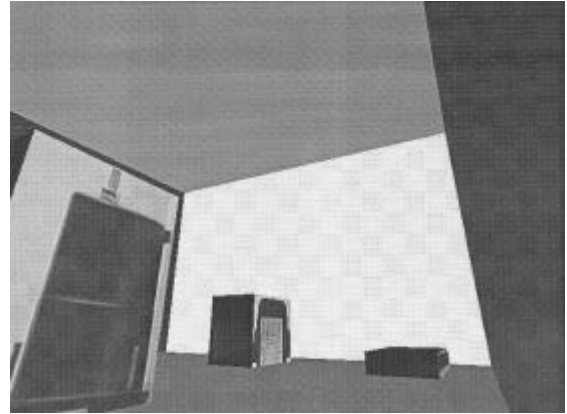


図8 配電盤内部の配置確認（機能）

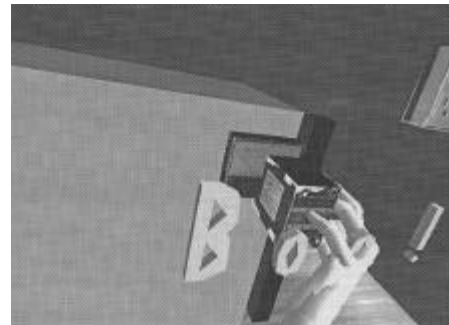


図9 部品干渉警告（機能）

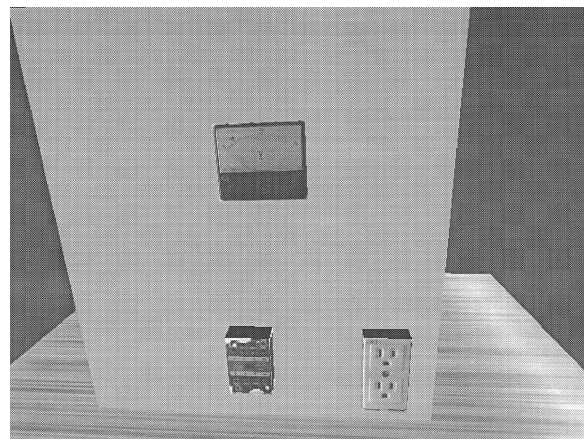


図10 部品を組み込んだ配電盤

図9は干渉時の警告の様子を示している。図10にそれらのデータを用いて仮想空間内で試作した配電盤を示す。製作時間は約2分である。

5. 今後の課題

今回の技術開発にてVR空間における部品の寸法データ、テキストチャデータを画像処理にて自動的に採取することが可能になった。またVR空間にそれらを挿入し表示、操作することが可能になり、当初の目標を達成した。

今後の課題としては

- ・ V R空間における配電盤内部の部品の配置操作を可能とするシステム
- ・ V R空間における手動作による処理指示

などがある。画像処理を用いた寸法計測についても

- ・ 画像計測精度の向上
- ・ 直方体でなく実物に近い寸法データの生成

が課題である。V R空間における操作性の向上についてはV R空間構築ライブラリの機能を用いて可能である。これについては実際にこういったシステムを使う企業と評価を含めシステムアップしていく必要がある。画像計測については研究文献を調査した結果により、他の研究事例から精度の向上が期待できると思われる。

6. 技術開発成果の中小企業への技術移転対策

画像計測、仮想空間構築のためのプログラミング、ハードウェア設定、照明などの技術が本研究で得られた。それらが適用される企業との本システムの評価研究、それによるシステムの性能向上のための研究などを通じて成果を普及する。また画像利用研究会における適用企業についての事例紹介、普及講習会などを行い開発した技術を普及する予定。