

巡視者支援対話型システムの検討

鈴木敏克 小杉康宏 妹尾徹* 広瀬啓吉*

東京電力株式会社 システム研究所 東京大学 工学部*

電力設備を保守点検する巡視者を支援する方式について述べる。従来までは個人の知識、経験等に委ねられて巡視業務は行われていたが、設備の増大化や急速な新技術導入により巡視者の負荷が増している。そこで移動体通信を用いて巡視者とコンピュータを結び、各種の関連情報や適切なアドバイスを現場で提供できるシステムを提案し、導入する事のメリットと将来イメージについて説明する。また実現の第一歩として、気象情報を対象とした対話型システムを開発したので、各機能の紹介とシステムの今後の課題について述べる。

A study on a dialogue-type
system for supporting patrolmen

Toshikatsu Suzuki, Yasuhiro Kosugi, Toru Senoo*, Keikichi Hirose*

COMPUTER&COMMUNICATIONS RESEARCH CENTER, TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY
* FACULTY OF ENGINEERING, UNIVERSITY OF TOKYO

This paper describes a scheme for supporting patrolmen for electric power facilities. Up to now, the check operation over the facilities has greatly depended on their knowledge and experience. However, with facility buildup and rapid technical innovation introduced, it becomes much more difficult to do their jobs. Therefore, we propose a support system which provides the patrolmen on site with various related information and proper advice by using computers & mobile-telephones, and mention the expected merit when it is introduced as well as advanced system's image in the future. As a first step toward implementation, we developed a trial model of this kind for dispensing weather information. Functions of the system and challenges in the future are also mentioned.

1. まえがき

設備産業の代表的な例である電力会社においては、電力系統というネットワークを利用して電気を運んでいる。また確実な電力需要の伸びに対応して設備投資の増大や機器容量の増大化が図られ、様々な新技術が次々に導入されている。それらの設備を運用保守する巡視者の現状の課題、問題点と支援システムの必要性、システムの目標等については以前報告した。^[1]

そこで本論文では、支援システムの入出力としての音声インターフェイスへの要求条件の洗い出しと初期の実験システムとして構築した対話システムについて報告する。

2. 電力設備巡視者支援

(1) 電力設備と巡視業務

現在、電力会社では設備を健全に運用保守する為に、必要に応じて設備を巡回しながら点検する「巡視業務」を実施している。実際に巡視を行う箇所は、地域を問わず面的に広がっており、多種多様の設備を、数値情報（メータリング）、機器の外観の状態（形状、振動、音、発熱等）、動作確認などを確認する事で、早期に異常を察知したり設備の状態を的確に掴むことを目標としている。

(2) 巡視環境と音声インターフェイス

巡視者は、巡視点検箇所を徒歩や車両を用いて移動する。発電所や変電所のように整備された場所から、送電線路巡視のために山の中にまで入り込むことも必要になる。

そこで、この様に移動する巡視者に対して、設備情報や業務に関係する状況変化を伝えることで、効率的な作業環境を提供することを考えたが、そこにはいくつかの制限が存在する。

まず小型の端末を携帯させることを検討したが、持ち歩くことから、頑丈な作りでかつ重量を軽くする必要がある。一方、いつでも誰でも利用でき、歩行中や、車両運転中でも利用できるためには、キーボードやポイントングデバイスを使用する事は出来ない。

そこで移動中や作業中で、視線や手足を自由に使えない時でも利用できる音声インターフェイスが必要である。

(3) 支援システムイメージ

巡視者は現在の業務形態を変更することなく、移動体電話を携帯するだけで、支援システムと常時連絡を取れる体制をめざしている。

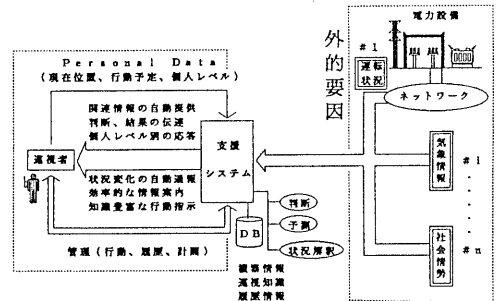


図1. 支援システムの機能イメージ例

巡視者は、通常時には設備状態等の確実な把握と同時に、開閉器の開閉状態、変電所の通過電力量などの時々刻々変化する運転状況や自然環境等に代表される外的要因の変動に対しても対処せねばならぬ事から、巡視者が「その場で」「確実に」正常か否か判断でき、対応できる事が巡視業務を遂行する上で最も重要な事である。また事後に異常に気付いては遅いことから、シミュレーション等により、その場で点検結果の妥当性を確認できる事は必須の機能である。

その為には、現在位置における状況分析、情報収集を行うだけでなく、関連箇所の情報、状況を分析し、巡視者がどこに移動しても、予測や知識に基づく判断、有効な情報収集を行い、提供出来なければならない。

3. インターフェイス条件と情報提供

上記の状況下でシステムを構築していく上で、音声インターフェイスとして要求されることの内、まず入力時の検討事項を簡単にまとめてみた。

・どんな状況下、環境下でも利用することができるか？

当社火力発電所において、比較的高騒音である数カ所の騒音レベルを計測したところ、50 dB～100 dB (A) の騒音が計測された。レベルが高い地点の騒音の特徴としては、種々の回転機器から発生する定常的で特定周波数にピークを持つ音が支配的であることが明らかになった。この様な場所ではスペクトラムサブトラクション法は非常に有効と考えられる。その

他に、ロンバード効果への対応を含めた位置による騒音変動の影響を考慮すること（例えばテンプレートを場所に適応させて切り替えるなど）、指向性マイクの使用により周囲騒音を制限することなどの工夫により、音声インターフェイス構築が可能と考えている。

また移動体通信と音声認識の関係は、変調歪や伝送特性など変動が規定しにくいアナログ系より、PHS等のデジタル系が認識に向いていると思われる。しかし認識機能をどちら側（端末（移動体電話）側、若しくはセンター側）に持たせるかは、LSIの発達等を考慮すると現時点では結論が出しにくい点である。

利用環境としては、システムの利用者は社内及び関連会社の人間であることから、音声認識は準特定話者用となる。また利用に際しての簡単な訓練（講習等）を実施することも可能という利点がある。しかし業務に集中している時や、事故発生等の緊急時に通常時と同様の発声が可能だろうか？

・表現の仕方を自由にできるか？

現段階においては、自由な文章を認識、理解するのは非常に困難なため、まずは文型を制限した離散単語認識でシステム構築を行う予定である。

避けることの出来ない認識誤りが起こった時、システムが誤動作を起こしても最悪の事態に陥らないような設計にする事も肝心で、現在はシステムの誤解、暴走に対し、いつでも強制的に割り込み、クリアできるキーワード等を用意することを検討中である。

システム側から巡視者への情報提供としての出力時の課題として考慮しているのは以下の通りである。

・利用者状況に合わせた情報提供ができるか？

業務に集中している巡視者に、間違いなく、確実に、短時間で情報を伝達するための工夫も必要である。そこで、巡視者の状況を理解した情報の収集、選別、効率的伝達が重要である。また驚かすこと無く、状況に適した形での情報提供方式も考慮する必要がある。

・聞き易く、理解し易い音声伝達ができるか？

表示デバイスが無い状況下であるため、聞きやすい音声で伝える他に、聞き透しに即座に対応できる機能も必須である。また韻律が言語情報・バラ言語情報に的確に対応していることも重要である。

4. 気象情報を対象とした対話型支援システムの開発

屋外で業務を行う巡視者にとって、気象情報は、巡視業務遂行に大きな危険を伴ったり、途中で中止する等という時間と費用の損失にもつながる非常に関連深く重要な情報である。そこで今回は簡単な実現例として、気象情報と巡視者の関係に注目して、情報検索機能、情報提供機能を構築した。

(1) 目標機能

・巡視者の状況把握による選別情報の提供

巡視者の状況を無視して、関連する情報を音声で無差別に提供することは必ずしも効率的ではない。そこで、巡視業務の宣言により、その業務内容に関連が深い情報を弁別し、状況に応じて助言を加えながら情報提供する機能を実現した。

・関連状況変化の自動選別と通知

巡視者を取り巻く環境には様々あるが、電力設備情報や気象情報など、巡視者の見えない箇所の状況の中にも重要な情報がある。そこで関連状況変化の自動通報として、巡視者の位置により、発令された注意報、警報を選別して通報する機能を模擬した。

・最新の情報による的確な判断

現在時刻での最新の気象情報を提供することで、巡視者が現地に的確な判断を行えるように、リアルタイムでの最新の気象情報が検索できる機能を構築した。

(2) 対話管理プロセスとデータ管理プロセス

システムは2つの処理を並列に行っている。一つは巡視者とのインターフェイスを管理し、対話履歴を利用しながら実際のデータを検索できる対話管理プロセスである。もう一つは巡視者位置や現在時刻（シミュレーション上）、巡視者を取り巻く環境等の随時変動する状況を管理するデータ管理プロセスである。

(3) 利用データ

将来は、実際の気象情報をオンラインで受信し、システムに取り込む予定だが、今回は1992年11月の気象情報をデータベース化し、かつオンラインで受けているように模擬した。対象エリアは関東地方に限定した事で、予報発令数150回、注意報警報回数204回になった。

(4) 対話応答機能

(a) 巡視業務宣言と関連情報提供

巡視者の状況を考慮した情報提供の一例として、巡視業務と関連気象情報の提供機能を実現した。

今回は、これから実施する巡視業務をシステムに入力し、表1のマトリックスに従い、各々の巡視業務に対応する注意報、警報が発令していれば表示と音声で、発令内容と行動指示（警報：作業中止、注意報：注意喚起）を通報する事とした。

警報\業務	铁塔昇塔	高速運転	機器点検
暴風雪警報	○			
大雨警報	○	○		○
・				
・				
強風注意報	○			

○：関係有り

表1. 巡視業務と気象状況の関係

対話例
 巡視者：「ただ今から铁塔昇塔します。」
 システム：「ただ今、強風注意報が発令中です。铁塔昇塔する際は十分注意して下さい。」

(b) 注意報警報発令に伴う自動強制通報

データベース管理プロセスにおける時刻管理機能により、シミュレーション上で注意報警報が発令された時刻になると、速やかにその情報を提供する機能を実現した。

提供例：
 「ただ今、x x 警報、△△警報と□□注意報」
 が発令されました。」

(c) 質問応答機能

地域と対象時刻、質問対象を入力による質問応答機能を実現した。対話管理プロセスで、過去の質問条件、応答内容を保持しており、省略照応表現に対応する。検索条件が満たない場合、前回質問時より一定時間内であれば、前回の質問応答内容から補完して検索を行う。一定時間経過後や質問対象を変えた場合は、システム主導で、利用者から検索に必要な条件を聞き出す。

巡：今夜の栃木南部の天気予報は
 シ：晴れです
 巡：発令中の注意報は
 シ：ただ今乾燥注意報が発令中です。
 巡：埼玉南部の天気予報は
 シ：時間情報を入力して下さい システム
 巡：明日午前の
 シ：曇りです 主導

表2. 対話システム応答例

(5) 音声合成機能

今回は出力が限定された為、編集合成方式あるいは分析合成方式で音声合成が可能であったが、将来の自由な文体の出力のため音節単位の規則合成方式を採用した。韻律の特徴の合成に基本周波数パターン生成過程モデルを用いて高品質化を図り、また合成方式には周波数領域での音声の生成過程を模擬したターミナルアナログ方式とした。^[2]

4. 今後の展開予定

(1) 位置情報の利用

実際にはあらかじめ入力したスケジュールとGPS等の位置計測技術からシステムが巡視者の行動（行動予定）を自動的に把握し、オンラインで収集した天気予報、注意報警報情報、設備運転情報などから、自動的に巡視者に有効と思われる情報を選別、通報する機能などを構築し、音声インターフェースの補助情報となる位置情報の利用法を継続して考えていく。

(2) 情報提供に関する検討

巡視者が提供される情報をスムーズに受け入れられるように、注意喚起時の情報提供前のプレシグナル方法の検討、質問応答機能利用時や巡視業務遂行時の割り込みタイミングの検討、システムによる情報収集、判断、行動ガイド等の機能の検討中である。また意志のずれや誤解発生時の早期解消策、対話によるエキスパートシステムの効率的利用などの対話機能の高度化にも積極的に取り組む予定である。

5. 謝辞

日頃からシステムに関する基本的条件から将来の構想に至るまで幅広く貴重な御助言、御指導を頂く藍澤通信技術研究室長に感謝いたします。

参考文献：

[1] 鈴木：「巡視者オンライン支援システムに関する一考察」電気学会 通信研究会(CMN-93-31)
 [2] keikichi Hirose and Hiroya Fujisaki, "A system for the synthesis of high-quality speech from texts on general weather conditions" IEICE Trans. Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol E76-A, No.11, pp.1971-1980