

足跡画像処理エキスパートシステムにおける 知識の生成機能に関する考察

4H-4

○大塚 正晃 福永 智久 中村 納 南 敏

工学院大学 電子工学科

1. はじめに

犯罪捜査上において、犯人検挙のための重要な物的証拠は、足跡・指紋・血液、そして最近ではDNA等が用いられている。指紋や血液等とは違い、足跡は万人不同というわけではないが、同じ種類の靴でも、各個人の歩き方の癖などの違いにより区別できる。また、足跡を残さないことはほとんど不可能であると言ってよい。

これまでに、警察では物的証拠としての足跡の分類・照合作業は、人手により行われてきた。近年、犯罪件数は年々増加していく状況にあり、大量に採取される足跡を短時間で効率的に分類・照合・検索できるシステムの構築が強く望まれている。

上記要求に応えるため、著者らは、足跡画像を対象とした、足跡画像処理エキスパートシステムの開発を行っている。

エキスパートシステムを開発して行く上で重要となる問題は、推論機構および、知識の取り扱いにある。知識の取り扱い、特に知識の生成機能に関しては、エキスパートシステムの性能を大きく左右する重要な問題である。足跡の場合、その種類が年々増えるため、時の経過と共にシステムにとって未経験の画像が出現することは当然予想される。従って、本システムでは知識の生成機能は不可欠であり、検討を行わなければならない。

本報告では、上記観点に基づき、足跡画像処理エキスパートシステムでの知識の自動生成機能のための予備検討と実験を行った結果について報告する。

2. エキスパートシステム構築上の問題点

エキスパートシステムは、専門家の知識を取得し計算機上に表現することにより、複雑で専門的な問題を解決していかなければならない。従って、エキスパートシステムを開発して行く上で“知識”に関するものは、最重要検討項目である。主な“知識”に関連する項目として、

1. 知識表現
2. 知識獲得
3. 推論機構

等が挙げられる。

上述の項目は、エキスパートシステムの性能や能力そのものを表すものであり、どれ一つでも考慮を忘ることができない。

例えば、上述1の項目に関しては、知識の矛盾をどのようにして解決するかが重要なポイントであり、2においては、未経験の問題に対してどのように対処するのか、すなわち、如何に知識を最新の問題に適合させて行くか、これは知識の生成機能にも係わる重要な検討項目である。

3. 足跡画像処理エキスパートシステムにおける重要な問題点

本システムでは取り扱う画像が足跡であるため、様々な問題が生じてくる。特に、

- 1) たとえ対象が限定されたとしても、あらゆる画像の状態に対応した知識を予め用意しておくことは不可能であること。

- 2) 足跡画像は、遺留場所の違いなどに起因した属性の多様性を持っていること(図1参照)。
 - 3) 足跡紋様に関して、次々と新しい紋様パターンが現れ、既存の知識だけでは対処できない場合があること。
- 等の足跡画像処理エキスパートシステム固有の問題点が生じている。

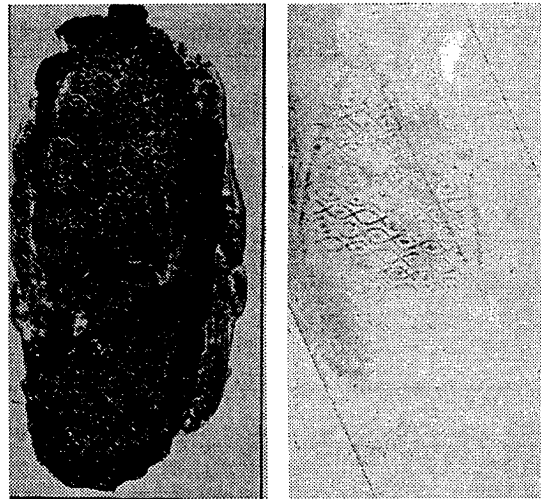


図1 足跡画像(石膏, セラテン)

4. 足跡画像処理エキスパートシステムにおける知識の生成機能

3. で述べた問題点に対処するためには、知識の生成機能(自動生成)が必要である。著者らは、本システムでの知識を、1) 浅い知識、2) 深い知識、の2つで構成し、この内、2)の深い知識を用いて知識を生成する機能について検討を行った。

画像処理における深い知識は、処理対象に依存しない一般性の高い画像処理の基本的な知識である。本システムでは、深い知識を次の4種類のフレームで記述することとした(図2参照)。

- ・画像フレーム(I.F.: Image Frame)
- ・概念フレーム(C.F.: Concept Frame)
- ・正の関係フレーム(P.R.F.: Positive Relation Frame)
- ・負の関係フレーム(N.R.F.: Negative Relation Frame)

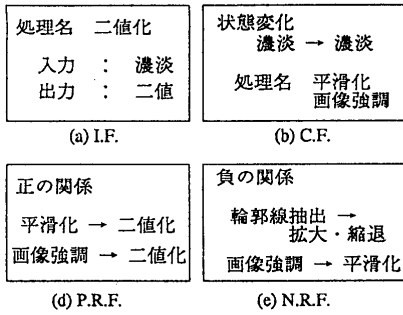


図2 フレームと記述例

5. 実験内容

知識生成のための処理手順を図3に示す。今回の実験では、自動生成のための予備実験として、マニュアルにより問題となっている原因を上述のフレーム関係により調査し、実際にルールベースを書き換えて処理を行った。

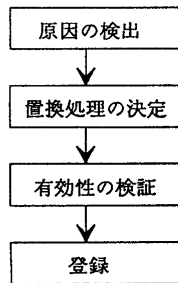


図3 知識生成のための処理手順

図4に今回行った処理画像の一例を示す。この画像に対するシステムが選んだ元の処理系列を図5に示す。原画像(図4 a)は、スパイク状の紋様を持つ足跡であり、背景と紋様との区別が難しい。システムが自動的に処理手順を構成し、処理を行った結果を図4 bに示す。図4 bでは、紋様の大部分を除去してしまっている。処理の中間画像で、原因となった処理モジュールを調査した結果、雑音除去の段階で紋様と見なされる部分を除去していることが解った。さらに、選ばれた概略処理手順のフレーム関係を調査したところ、次の関係が成り立っていることが解った。

- (1) 単位領域抽出→雑音除去
負の関係フレーム
- (2) 雑音除去→候補領域設定
正の関係フレーム

上述(2)は正の関係フレームであり、雑音除去が後の処理に大きな影響を及ぼす可能性が高い。これは、中間画像の調査でも明らかになったところである。そこで、原因となっている雑音除去のモジュールを取り除き、再処理を行った結果を図4 cに示す。対象画像に対し影響が大きいと考えられた雑音除去を抜き、再処理を行うことにより、足跡部の紋様を損なうことなく抽出することができた。

6. 実験結果

シミュレーションには、縦512×横256画素の256段階調の白黒濃淡画像を用い、採取方法別に合計48枚を使用した。

本システムにおける処理可能画像数を表1に示す。今回の実験では、この内結果が、やや不満、失敗、である画像のみを対象にして実験を行った。

表1 知識を再構成しない本システムの処理能力

	良好	やや不満	失敗
①	19/31 (61%)	11/31 (35%)	1/31 (4%)
②	--	--	--
③	2/2 (100%)	0/2 (0%)	0/2 (0%)
計	21/33 (63%)	11/33 (33%)	1/33 (4%)

表2 知識を再構成した時の本システムの処理能力

	良好	やや不満	失敗
①	25/31 (80%)	6/31 (20%)	0/31 (0%)
②	--	--	--
③	2/2 (100%)	0/2 (0%)	0/2 (0%)
計	27/33 (81%)	6/33 (18%)	0/33 (0%)

- ① ゼラチンシート
- ② 石膏
- ③ 写真

7. 考察

知識を再構成し処理を行うことにより、処理結果の評価は良好が81%、やや不満が18%、失敗が0%となった。知識の再構成を行わない場合、処理結果の評価が悪かったものの多くがゼラチンシートにより採取されたものであった。これは、雑音成分が多いこと、背景と足跡部の区別がつきにくいこと等の原因があったが、知識を再構成することにより、処理不能、もしくは処理評価の悪かったものの約半数の評価が向上した。

8. まとめ

本報告では、足跡画像処理エキスパートシステムにおける知識の生成機能について述べた。今回はマニュアルによる知識の操作であったが、実験により知識の自動生成への見通しを得ることができた。今後は、1) 知識の自動生成へのアルゴリズムの検討、2) 知識の再構成を行っても対応できないような足跡画像のための処理機能の検討、等があげられる。

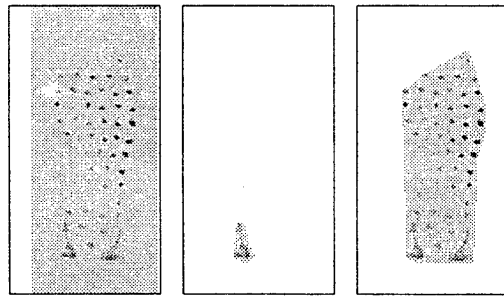


図4 知識の生成による処理結果の違い

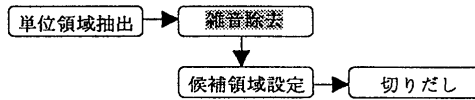


図5 概略処理手順

参考文献

- 1) 中村, 中川, 南: "知識生成機能を伴う画像処理エキスパートシステム -足跡画像への応用-", 進学論(D-II), J72-D-II-3, pp.332~352(1989).
- 2) 福永, 中村, 南: "ユーザフレンドリな足跡画像処理エキスパートシステムの開発", 平成3年画像電子学会全国大会, 9(1991).
- 3) 大塚, 福永, 中村, 南: "足跡画像処理エキスパートシステムにおける足跡部抽出に関する考察", 電子情報通信学会春季大会, D-598, 7-340, (1992).