

非線形紙幣識別における位置ずれに対するロバスト性の検証

AI・知能システム研究室 近澤 瑞悦

1. はじめに

これまで、紙幣は世界中で使われており一部偽札も流通している。そのため、紙幣識別機には高い識別率が求められているが、流通している紙幣の汚れや破れ、位置ずれなどのノイズが識別率の低下につながっている。本論文では位置の変動に対するニューロ紙幣識別のロバスト性を体系的に調査する。

2. 紙幣識別

私が普段使っている日本円は世界からみても偽造されにくい紙幣として有名だが偽造札の発見は少なからず起こっている。他の国の紙幣にも精巧な技術が使われているが、偽造札の発見が問題となっている。これらの問題を踏まえて紙幣識別機を制作されているが、偽札の高い排除率と紙幣の高い受け入れ率をもった識別機を作ることは難しい。そこで位置ずれによる紙幣受け入れ率低下を防ぐことはできないのかと考えた。本研究では紙幣の模様注目し8パターン同時分離の識別を行い、そのうえで位置ずれに対するロバスト性の検証を実施する。

3. システム構成

本研究では図1に示す実験機を用いている。実験機の撮像部にて識別対象である紙幣の撮像を行い撮像画像を取得する。



図1 紙幣撮像管体の内部

4. ニューラルネットワークを用いた非線形紙幣識別

紙幣識別へニューラルネットワークを用いることで紙幣の特徴の違いに重みをつけることができる。またこれに加えて曖昧な情報への対処能力も有しており、紙幣の汚れや破れ、位置ずれに対するロバストな識別システムを構築可能とされている。それ故、紙幣識別にニューラルネットワークが有望と考えられる。学習に使用する紙幣は表正立として8金種とする。

紙幣の撮像画像に対して32×32のブロック化とグレースケール化を行う。その濃淡画像における1024ブロックの画素数の加算平均値をとりニューラルネットワークの入力層に与え、学習および識別評価を行う。提案するシステムの構成を図2に示す。

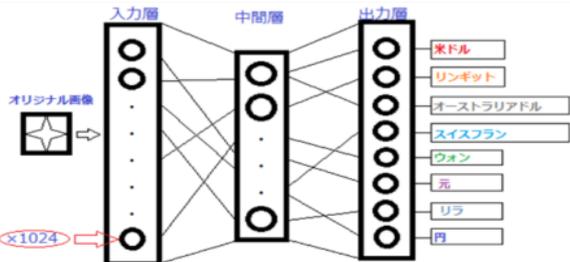


図2 階層型ニューラルネットワーク

5. 8パターン同時分離実験

本研究では8金種の紙幣を用いる。上下左右方向は1mmずつ10mmまでの位置ずれ、回転方向は5°ずつ30°までの位置ずれとする。位置ずれしていない紙幣の画像を学習用に使用して、金種ごとに各10枚。上下左右による位置ずれ画像と回転による位置ずれ画像を識別用に使用し、金種ごとに各46枚用いる。本実験では入力層の数を1024、中間層の数を200、出力層の数は8とする。各位置ずれ画像に対する識別率の変遷から紙幣識別のロバスト性を検証する。



図3 上方向位置ずれの例



図4 回転による位置ずれの例

表1 位置ずれ方向に対する紙幣の反応値低下位置

	位置ずれ方向	上(mm)	右(mm)	下(mm)	左(mm)	回転(°)
紙幣の反応値低下位置	米ドル	2	3	9	9	10
	オーストラリアドル	4	6	0	5	10
	元	5	4	9	8	10
	スイスフラン	5	0	0	0	25
	リンギット	2	10	5	5	10
	リラ	2	3	5	2	10
	円	3	0	5	4	0
	ウォン	6	8	7	6	20

実験結果は表1のようになった。表1で反応値0としている箇所は反応値の低下がみられなかった。上下と左右の方向で規則性がみられると推測していたが金種によっては同じ軸方向でも反応値が異なった。回転方向に高い反応値を示していたスイスフラン、円、ウォン以外は5°まで反応を示すが10°まで傾けると大きく反応値が落ちていた。紙幣の模様で回転方向に対して特徴の情報が失われるのはわずかな傾きが反応値の低下につながると考えた。そのため搬送系において傾きがないように紙幣を片寄せすることが紙幣の受け入れ率の向上になると推測する。

6. まとめ

本研究では流通している紙幣が紙幣識別機に搬送された際に起きる位置ずれが紙幣受け入れ率の低下につながっているため、この問題を解析することを目的に限界位置ずれを上下左右方向と回転方向に対してニューロ紙幣識別を用いて検証した。8金種中5金種が回転方向に位置ずれさせた撮像画像に対して低い反応値を示したことから紙幣の傾きが模様情報に大きく影響を与えていると考えた。今後の課題として紙幣の傾きが及ぼす影響を明らかにするとともに汚れや破れのノイズが及ぼす影響も検証を行う。

参考文献

近澤瑞悦,竹田史章,“非線形紙幣識別における位置ずれに対するロバスト性の検証”,平成27年度SICE四国支部学術講演会論文集,1-05