FERNANDO MEREGE

**Identificação de padrões de criminosos seriais usando
inteligência artificial associada a neurônios espelhos**

São Paulo

2014

FERNANDO MEREGE

**Identificação de padrões de criminosos seriais usando
inteligência artificial associada a neurônios espelhos**

**Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a
obtenção do Título de Doutor em
Ciências.**

**São Paulo
2014**

FERNANDO MEREGE

**Identificação de padrões de criminosos seriais usando
inteligência artificial associada a neurônios espelhos**

**Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a
obtenção do Título de Doutor em
Ciências.**

**Área de concentração:
Sistemas Eletrônicos**

**Orientador: Prof. Dr. Livre Docente
Pedro Luís Próspero Sanchez**

**São Paulo
2014**

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 20 de outubro de 2014.

Assinatura do autor

Assinatura do orientador

Ficha catalográfica

Merege, Fernando

**Identificação de padrões de criminosos seriais usando inteligência artificial associada a neurônios espelho / F. Merege. -- São Paulo, 2014. ed. rev.
91 p.**

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

1.Inteligência artificial 2.Perícia criminal 3.Criminosos seriais 4.Neurônios espelho I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas II.t.

Dedico este trabalho aos meus pais Salim e Terezinha e, a minha avó Miquelina que me ensinaram a viver.

**Dedico também este trabalho aos meus caríssimos professores:
Ernesto Geiger (*In memoriam*)
Michael George Mansel (*In memoriam*)
Ichi-Toshi Tachibana
que me impulsionaram durante toda a minha vida.**

AGRADECIMENTOS

Ao professor Pedro Luís Próspero Sanchez pela orientação e pelo constante estímulo durante o trabalho.

Ao amigo Carlos Alberto Ribeiro da Fonseca pela ajuda e participação.

RESUMO

Os criminosos seriais que atuam no cometimento do crime de furto possuem modos de operação (***Modus operandi***) distintos e, que podem ser identificados através da análise dos exames periciais utilizando-se redes neurais.

No sistema proposto, identificado um determinado modo de operação, um analista forense utilizando as informações adicionais coletadas e as hipóteses geradas pelos peritos de campo tem a competência de definir conjuntos de ações periciais complementares, que serão adicionados aos registros do modo identificado.

Durante um novo exame pericial, em tempo real, a sub-rotina auxiliar analisa os blocos de dados enviados pelos peritos criminais de campo e, em caso de similaridade com um modo de operação anteriormente identificado, envia a eles um conjunto de ações complementares que, a critério do responsável em campo, pode ou não ser usado para alterar o procedimento de campo escolhido.

Neste trabalho definimos Neurônios Espelho como sendo a associação das redes neurais para a identificação de padrões com a planilha de trabalho, utilizada pelo analista forense para a definição de ações complementares, com a sub-rotina auxiliar que verifica os blocos de informação recebidos e, que pode identificar partes de um modo de operação, remetendo para os peritos de campo um conjunto de ações complementares.

Esta definição deve-se a descoberta pela neurobiologia de um tipo específico de neurônio que tem a capacidade de disparar ao receber um “input” sensorial ativando uma área de memória que, em consequência, pode ativar outras áreas de memória ou enviar um comando motor.

Neste trabalho foram desenvolvidos os programas de rede neural utilizados para a identificação dos modos de operação parcial e o final, além, das planilhas de trabalho para a elaboração das ações complementares e a sub-rotina auxiliar para identificação em tempo real dos modos de operação parciais.

O treinamento da rede foi efetuado com 98 ocorrências e na verificação de validade foram utilizados 10 ocorrências.

Palavras Chaves: Perícia criminal. Criminosos Seriais. Modo de operação (*Modus operandi*). Redes Neurais. Inteligência Artificial. Neurônios Espelhos.

ABSTRACT

The serial criminals who operate in the commission of the crime of theft have different modes of operation (*modus operandi*) and which may be identified through the analysis of forensic examinations using neural networks.

In the proposed system, identified a particular mode of operation, a forensic analyst using the information collected and the hypotheses generated by field experts have the competence to define sets of complementary expert shares, which will be added to the records so identified. During a new forensic examination, in real time, the auxiliary subroutine examines data blocks sent by forensic experts in the field and, in the case of similarity to previously identified a mode of operation, sends them a complementary set of actions that the discretion of the responsible in the field, or can not be used to change the procedure chosen field. In this paper we define Mirror Neurons as the association of neural networks to identify patterns with the worksheet, used by forensic analyst for the definition of complementary actions, with the auxiliary subroutine that checks the blocks of information received and that can identify parts of a mode of operation, referring to field experts a set of complementary actions.

This definition should be discovered by the neurobiology of a specific type of neuron that has the ability to shoot while receiving a sensory "input" activating an area of memory that, in consequence, can activate other areas of memory or send a motor command. This work programs of neural network used for identifying the modes of operation and the final part were developed, in addition, the worksheets for the elaboration of complementary actions and the auxiliary subroutine for real-time identification of the modes of partial operation.

Network training was performed with 98 occurrences and validity check 10 events were used.

Key Words: Crime Scene Investigation. Serial criminals. Mode of operation (*Modus Operandi*). Neural Network. Artificial Intelligence. Mirror neurons.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Distribuição geográfica da taxa de homicídios por 100.000 hab ..	10
Figura 2	Triângulo do Policiamento	10
Figura 3	Concentração da atividade de gangs em SAN ANTONIO, CA	16
Figura 4	Tabela de entrada dos dados	23
Figura 5	Análise estatística pelo método de “Bayes”	25
Figura 6	Telas de fácil entendimento aos investigadores	25
Figura 7	Telas apresentado dados dos suspeitos	26
Figura 8	Ciclo hipotético-dedutivo da investigação	31
Figura 9	Ciclo aperfeiçoado	35
Figura 10	Interligações possíveis	36
Figura 11	Repetição de impressões digitais (fingerprints)	36
Figura 12	Ciclo completo de identificação de Padrões de criminosos seriais	37
Figura 13	Ciclo parcial de identificação de Padrões de criminosos seriais ...	38
Figura 14	Processo de reconhecimento de padrões	39
Figura 15	I.F. dando suporte a investigação	40
Figura 16	Arvore de possibilidades	51
Figura 17	Pesos	52
Figura 18	Modelo de Kohonen	53
Figura 19	Agrupamento de dados	53
Figura 20	Áreas do cérebro envolvidas no reconhecimento de padrões	55
Figura 21	Atuação dos neurônios espelhos	56
Figura 22	Visão do Sistema AQC	56
Figura 23	Agrupamento de padrões	63
Figura 24	Esquema ilustrativo do sistema em desenvolvimento	64
Figura 25	Dimensões do crime	65

Figura 26	Parametrização de características das vítimas	66
Figura 27	Parametrização de possibilidades nulas	66
Figura 28	Parametrização de grandezas crescentes	67
Figura 29	Esquema de operação do modulo de inteligência forense	70
Figura 30	Fluxograma do programa	71
Figura 31	Detalhamento do modo de processamento periódico	72
Figura 32	Detalhamento do modo de operação em tempo real	73
Figura 33	Estrutura dos neurônios espelhos	74
Figura 34	Operação dos neurônios espelhos	75
Figura 35	Formatação dos dados de entrada	77
Figura 36	Função do Matlab com os dados coletados	77
Figura 37	Área de intercessão	78
Figura 38	Verificação de identidade	81
Figura 39	Aglutinação das Observações e Hipóteses	81
Figura 40	Retorno dos “RE(s)” e dos dados	82
Figura 41	Retorno das “Observações” e “Hipóteses”	82

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela1	Vítimas do sexo masculino no RS	7
Gráfico 1	Comparativo entre vítimas e indiciados	7
Gráfico 2	Taxa e óbitos por homicídio no Brasil e Região Sul	8
Gráfico 3	Evolução das taxas de óbitos por homicídio	8

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Análise Criminal
A.I.	Inteligência Artificial
ISP	Inteligência de Segurança Pública
FBI	Federal Bureau of Investigation
FLINTS	Forensic Led Intelligence System
FSS	Forensic Science Service
GMP	Greater Manchester Police
M.O.	Modo de operação
POP	Policiamento Orientado-para-Problema
S.I.S.I.Fo	Sistema Integrado de Sensoriamento e Inteligência Forense
ViCLASS	Sistema de análise de ligação de crimes violentos
SENASP	Secretária Nacional de Segurança Pública
UNODC	United Nations Office on Drugs and Crime

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contexto	1
1.2	Objetivo da Pesquisa	3
1.3	Ciclo aperfeiçoado de exame pericial e o emprego de neurônios espelhos	4
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1	Pesquisa da Criminalidade	6
2.1.2	Resultados da Pesquisa da Criminalidade	7
2.1.3	Frutos da Pesquisa da Criminalidade	10
2.2	Investigação Criminal Policial convencional	11
2.2.1	Conceituação	11
2.2.2	Falhas na investigação policial	11
2.2.3	Soluções adotadas ao redor do mundo	15
2.2.4	Apoio aos órgãos de segurança no Brasil	17
2.3	Inteligência Policial	19
2.3.1	Conceitos	19
2.3.1.1	Inteligência Policial	19
2.3.1.2	Inteligência policial estratégica ou análise criminal estratégica	19
2.3.1.3	Inteligência Policial Tática ou Análise criminal tática	20
2.3.2	Sistemas de Inteligência Estratégicos para o apoio aos investigadores	21
2.4	Perícia Criminal	27
2.4.1	A História da Perícia Criminal (Crime Scene Investigation ou CSI)	27
2.4.2	Definição de Perícia Criminal	28
2.4.3	Problemas identificados na Perícia Criminal	29
2.4.4	Princípios da Ciência Forense	30
2.4.5	Investigação forense versus investigação policial	30
2.4.6	Problemas e soluções	32
2.5	Inteligência Forense	34
2.5.1	Surgimento da Inteligência Forense	34

2.5.2	Identificação de padrões de criminosos	37
2.5.3	Inteligência forense conduzindo a tomada de decisões na investigação	39
2.6	Crime de furto	41
2.6.1	Furto	41
2.6.2	Quesitos jurídicos	41
2.7	Crime serial de Furto	43
2.7.1	Modo de atuação ou modo de operação (“Modus operandi”)	43
2.7.2	Dimensões do crime de furto residencial (e predial)	43
2.7.3	Elementos do “ Potencial de Vitimização ”	45
2.7.4	Estrutura ramificada da crime	49
2.8	Mapas auto organizáveis	52
2.8.1	O processo competitivo	53
2.9	Neurônios espelho	54
3	SISTEMA EM DESENVOLVIMENTO	57
3.1	Definições	57
3.2	Considerações	58
3.3	Ciclo do Exame Pericial	59
3.3.1	Ciclo convencional	58
3.3.2	Ciclo aperfeiçoado	60
3.4	Descrição detalhada do processamento no sistema SISIFO	62
3.5	Adequação do Conceito de Dimensões do crime de Furto	65
3.6	Parametrização	66
3.7	Anotações e observações	67
3.8	Formulação de hipóteses	67
3.9	Arquitetura do banco de dados	67
3.10	Identificação de Suspeitos	68
3.11	Arquitetura do Modulo de Inteligência Forense	68
3.12	Fluxo de dados no modulo de inteligência forense	69
3.12.1	Modos do processamento dos dados	69
3.12.2	Sequencia de processamento do identificador de Padrões	71
3.12.3	Detalhamento do Processamento Periódico	72

3.12.4	Processamento em tempo real	73
3.13	Inferências assistidas e Procedimentos alternativos	73
3.13.1	Inferências assistidas no modo de identificação periódica	73
3.13.2	Inferências supervisionadas	75
4	PROCESSAMENTO INICIAL E RESULTADOS OBTIDOS	76
4.1	Processamento Inicial	76
4.1.2	Coleta de Dados	76
4.1.3	Transferência dos dados	76
4.1.4	Identificação dos padrões parciais	77
4.1.5	Identificação dos padrões de M.O.	78
4.1.6	Elaboração das sugestões de alteração de procedimento	79
4.2	Resultados	79
4.3	Inferências	80
4.4	Teste de funcionamento da rotina em tempo real	83
5	CONCLUSÃO E DISCUSSÃO	84
5.1	Conclusão	84
5.2	Discussão	84
	REFERÊNCIAS	86