

文章编号:1000-2367(2021)05-0033-07

DOI:10.16366/j.cnki.1000-2367.2021.05.005

基于卷积神经网络的认知智能信息融合系统结构研究

田野,孙瑞志

(中国农业大学 信息与电气工程学院,北京 100083)

摘要:认知计算是模拟人类行为的个性化交互和服务来实现人机交互.近年来已有许多研究探讨认知计算对海量数据的分析,但仍未能解决大数据环境下数据智能采集的可扩展性和灵活性等问题.在研究土地大数据下并联数据库网络基础上,提出了一个基于卷积神经网络认知智能信息融合系统体系结构,使用认知计算分析智能信息融合应用程序收集与处理数据,以解决系统的可扩展性和灵活性问题.实验结果证明该系统可以有效面对各种外部应用需求,从数百万数据源捕获的数据可以跨越各种应用程序交叉实施与实时响应.

关键词:卷积神经网络;认知计算;智能信息融合系统;土地利用

中图分类号:TP391

文献标志码:A

城市大数据融合为城市数据计算、解决土地利用等问题创造了巨大的价值.随着信息技术的发展,从社交网络、传播媒体、政府网站等收集的非结构化数据的增长超过了结构化数据的增长,给数据分析带来了不可忽视的困难.来自不同领域的数据具有不同的表示、描述、比例和密度等多种形式,从而使这些数据集会具有不同的分布和范围.在现实世界中,人们所得到的多模态数据,具有多种形式和不同的结构.此外,多模态数据往往是非结构化的,具有高维甚至超高维的特点,而超高维数据的特征表示对数据融合方法具有挑战性.如何融合具有高维特征的多模态数据,提取或选择最有效的特征是当前数据处理任务中值得进一步研究的问题.基于认知计算的智能信息融合系统得益于能够学习和使用结构化和非结构化大数据进行自我训练,依据数据变化不断改进算法等优点,被越来越多地应用于各种决策系统和高性能计算系统.但由于传统的机器学习方法训练系统,依赖于固定格式数据下的有监督和无监督算法,不能自我学习新的信息,训练数据只限于初始化时接收到的输入数据^[1].虽然在大数据环境下传统机器学习曾在图像处理、模式识别和网络安全等领域有过许多成功的应用,但当面对包含时序性多标签特征数据时,传统机器学习无法同时面向多个不同应用,未为其提供相应有效的智能和个性化水平解决方案^[2].新的研究发现,在面对基于大数据下并联数据库网络架构下的各种应用程序,强化学习可以从周围环境中学习并改进其算法,而深度学习可以学习许多高级功能^[3-4].

CHEN 等人^[5]描述了人和机器如何相互作用,使机器能够从网络空间存储的数据中学习.GUPTA 等人^[6]研究了认知计算对大数据快速分析的益处.利用人工智能支持的高性能计算,从大数据中提取计算数据的上下文意义,通过数据分析提供计算方案.文献^[7]提出了基于设计模式的大数据和高性能计算系统融合体系结构.ASCH 等人^[1]总结了高性能计算和分析领域杰出的研究人员对大数据和精确计算的报告.

本文设计了一个基于卷积神经网络(Convolutional Neural Network, CNN)认知智能信息融合系统结构,目的是解决在大数据下并联数据库网络环境中,实现基于认知数据融合方案的可伸缩性和灵活性问题,从而有益于处理多个应用程序下的多个公共数据流集.

收稿日期:2020-04-08;**修回日期:**2020-05-07.

基金项目:中华人民共和国国土资源部资助项目(201511010-02)

作者简介:田野(1982—),男,北京人,中国农业大学博士研究生,研究方向为农业信息处理技术,E-mail:794631096@qq.com.

通信作者:孙瑞志(1964—),男,山东莱州人,中国农业大学教授,博士生导师,研究方向为计算机网络及农业信息处理技术,E-mail:sunruizhi@cau.edu.cn.

1 技术准备

本文设计的一种基于 CNN 认知智能信息融合系统的体系结构,在对外部应用程序发送的请求进行响应时采用认知体系,最大限度地减少外部应用对系统模糊性和不确定性的影响.该体系结构基于 CNN,通过深度学习和强化学习提高认知系统的模糊性和鲁棒性,使信息融合系统随着信息资源的变化而变化,实现整个体系的动态处理能力.

1.1 系统运行设计

图 1 显示了整个系统代理的行为.在连续的数据分析中,接收信息查询的数据库如果有可用的资源,将根据其知识尝试给出质量响应.反之,如果需要,被查询的代理可以查询其所需的对等方来制定响应.在这种情况下,还将更新该应用程序的资源列表.所有场景中的资源都会随时更新,更新取决于每个数据库为响应查询和(如果适用)查询其他对等方而消耗的资源.

1.2 系统体系结构

该系统主要采用 B/S 系统架构,基于 NET 平台框架,采用 C# 语言进行后台数据处理程序开发,并用 HTML 和 JavaScript 脚本语言进行前端可视化程序开发,数据库为 CTSDB 时序数据库.本文利用从不同数据网络收集的多个数据源,为基于认知计算的不同应用服务.提出的体系结构不仅可以为不同的应用程序设计最优计算量的单独配置,还可以提供更快的实时解决方案,有效地为数据网络产生的动态数据提供服务.拟议的架构如图 2 所示.

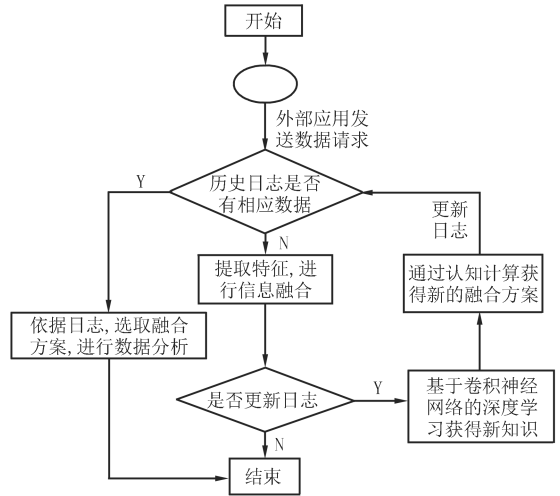


图1 基于CNN的认知智能信息融合系统运行图

Fig.1 Operation diagram of cognitive intelligence information fusion system based on CNN

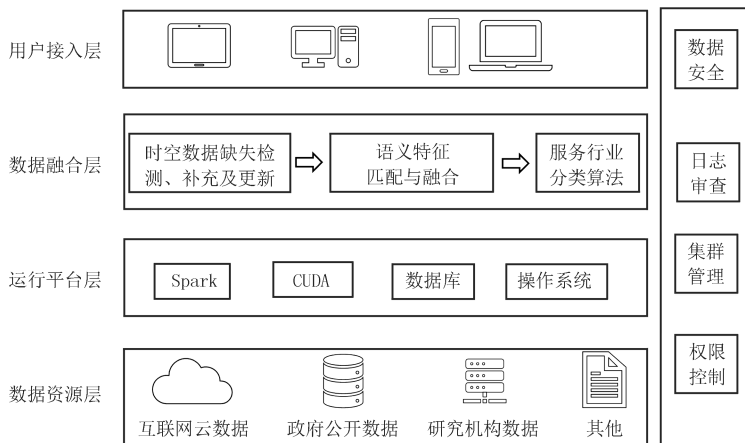


图2 系统框架图

Fig.2 The frame of system

数据采集层是指定从有关网络数据源收集的各类型数据.这些都是认知计算驱动的人工智能信息融合系统设计的必要条件.数据采集层包括以下内容:(1)社交网络云数据库.由于人类情感和环境在识别社会经济发展行为中起到积极作用,社交 APP 能够识别顾客的购物模式和购物地址,这有助于更好地管理各行业

实时分布发展情况,它将根据行业发展对环境的影响,建议有可能是所需要的新产业项目规划,而环境数据则包括天气条件和地理数据。(2)政府信息公开数据库。(3)学校与研究机构数据库。(4)其他数据:其主要指各类时空数据,农业土地规划所需要的各种相关的时间发展与空间发展的数据。

数据处理层主要是对外部应用程序发送的请求进行响应,该系统体系结构采用认知体系,最大限度地减少外部应用对系统模糊性和不确定性的影响,该体系结构基于 CNN,其深度学习和强化学习会随着信息融合系统可用信息资源的变化而变化,实现系统的动态处理能力,任何数据融合的质量可依每个应用程序的不同而不同,因此,该系统的数据库结构是多型结构,理论上,依据每个应用程序都可以组合(预测或推导)出任何复合数据集,并查询任何其他相关联的复合数据集的值。

1.3 基于卷积神经网络的深度学习

本文设计了一种在并联数据库网络中同时使用网络层和数据层的新的 CNN 体系结构,在网络层通过构造循环结构来实现数据的动态更新,从而改进了经典的数据获取方法,在网络层中添加了循环连接来模拟人类的认知系统,并将上下文信息与固定数量的参数集成在一起,此外,所提的方法还加入了一个层,该层是数据分析部分的最后一个数据聚合,以在不同大小的数据空间中进行聚合预测。

图 3 是基于 CNN 的深度学习图,因为应用程序没有相应特征首选项,即没有一个并联数据库对应用程序具有任何特征首选项,所有数据库都会收到一个查询(图 3a),处理此查询并在系统数据库之间进行查询,在处理这些查询时,一些数据库可能没有相关数据无法回复,而其他数据库可能会进入回复返回应用程序(图 3b),在随后的查询中,应用程序和其他数据库将确定哪些数据库是所需要的数据。

同样,随着查询的传递,一些数据库的资源也将被耗尽,在此基础上,应用程序将确定其所需要的新数据库(图 3c),最后应用程序和其他数据库中所需要的数据库将回复查询(图 3d),只要系统可以运行,这个过程就会无限期地重复,数据库可以随时进入或离开系统。

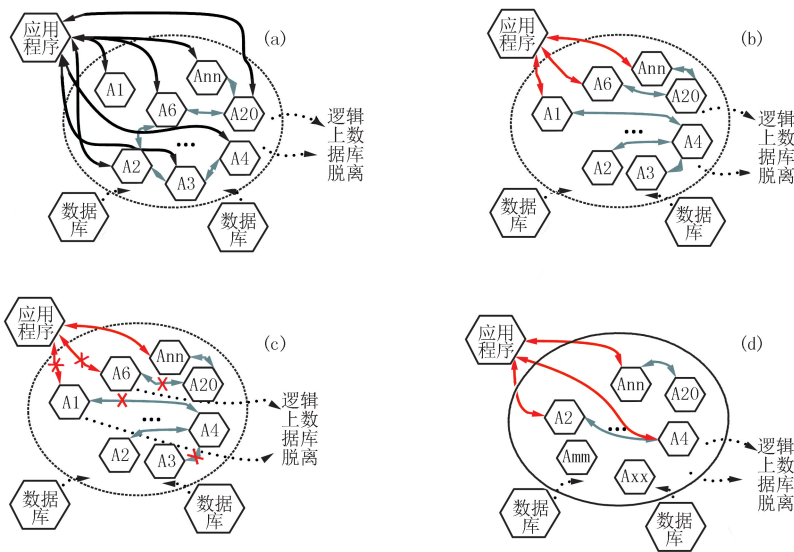


图3 基于卷积神经网络的深度学习图

Fig. 3 The deep learning graph based on convolutional neural network

主要代理行为如下所述:

应用程序收到回复

- 1 Begin
- 2 If the reply was received before the TIME-OUT then
- 3 If intelligent mode is ON then
- 4 Count the number of replies received for mt

```

5 End if
6 else
7 Count the TIME-OUT
8 If the maximum threshold was exceeded then
9 Switch that agent Y to intelligent mode
10 End if
11 Do reply=NULL
12 End if
13 If all the agents already replied for that mt and id;message or it timed out then
14 Reply
15 End if
16 End
数据库收到查询
1 Begin
2 For some compound, randomly selected fields of  $m$  (including the proper  $m$ )
3 Do
    Query, with a probability inversely proportional to the quality of the approximation of  $Y$  to the sub-
    field, another  $N$  agents apart from  $Z$ 
    //Checking that there are not too many simultaneous queries for the
    same agent
4 End for
5 If there are no unanswered queries for subfields of  $m$  and the respective
    id.message generated by  $Y$  then
6 Reply to  $Z$  about  $m$  and for id;message
7 End if
8 For each of the other compound fields
查询回复
1 Begin
2 Do fusion of the replies and the value calculated by  $Y$  //If it timed out the reply
    is the empty set
3 For each parent of  $mt$  that can now be calculated and was queried by a  $Z$ 
4 Calculate value  $V$  of the parent
5 Calculate the quality  $Q$  of  $V$  according to  $Y$ 
6 If it is in intelligent mode then
7 If  $Q >$  quality of the querying agent then
8 Reply to  $Z$  with value  $V$  and quality  $Q$ 
9 else
10 With a probability proportional to  $(1-Q)/RM$  Reply to  $Z$  with value  $V$  and quality  $Q$  //
     $RM$  is the percentage of remaining messages,  $RM=1$  if it is not in intelligent mode
11 End if
12 End if
13 End for
14 End

```

2 实验结果与讨论

正如我们所知,互联网正在将各种设备,如移动电话、移动智能设备和其他设备相互连接,构建成一庞大的数据网络,未来数据获取将以互联网及相连的各种移动终端和物联网为主^[8-10]。

为了验证本文提出的基于卷积神经网络认知智能信息融合系统的体系结构,首先用 HeUniform^[11] 进行初始化,使用 RMSprop^[12] 进行训练,初始学习率为 0.001.在两个数据集(camvid^[13] 和 cityscapes^[14])使用了 Mean Intersection over Union(MIOU)度量进行测试评估.为了在这两个数据集上评估,所用公式定义如下:

$$IoU(c) = \frac{\sum_i (p_i = c \wedge t_i = c)}{\sum_i (p_i = c \vee t_i = c)},$$

其中 c 为指定特征类, p_i 为预测存在类, t_i 为发现的目标类, \wedge 是逻辑和运算, \vee 是逻辑或运算.通过对数据集的所有数据求和来计算 IoU .此外,本文所设计的系统体系是使用公共可用的 TensorFlow python API 数据库进行检测。

与其他文献中方法相比,就 MIOU 而言,ENET 给出的结果最低.VGG-16 与 FCN-8^[15] 在面对多标签时空数据时未能给出可接受的结果.因为这两种方法主要应用于空间属性不变的数据处理领域,且在数据处理过程中不考虑有用的上下文执行信息.文献[16]虽然利用 RNN 的优点,其结果低于 59%.对于基于 VGG-16 分类模型技术的 Segnet^[17] 来说,它提供了 60.1%的 MIOU,优于前述方法.而 fc-densenet^[18] 给出了最好的 MIOU 分数(66.9%).与 fc-densenet 方法相比,本文的方法将 MIOU 分数提高了 2.69%,达到了 69.6%。

此外,还在原国土资源部的京津冀土地优化利用项目资助下建立了土地使用并联数据库网络,并通过实验证明,所提出基于 CNN 认知智能信息融合系统的体系结构具有以下优点:(1)可扩展性,基于卷积神经网络认知智能信息融合系统得益于它们从非结构化和结构化数据中学习的能力;(2)灵活性,一个通用的数据集可以用来构建和训练多个认知计算驱动的智能信息融合应用程序;(3)高效算法,深度学习和深度强化学习是最有效的人工智能算法,可以为认知计算应用提供最佳解决方案;(4)大数据,大数据是一个宝贵和丰富的数据源,可以训练和持续改进现有的智能信息融合模型,认知计算很大程度上受益于大数据.为了验证在大数据下系统运行的稳定性,又进行了外部应用程序在数据库中的特征匹配测试,测试结果表明随着数据量的增加系统的稳定性增加(详见图 4)。

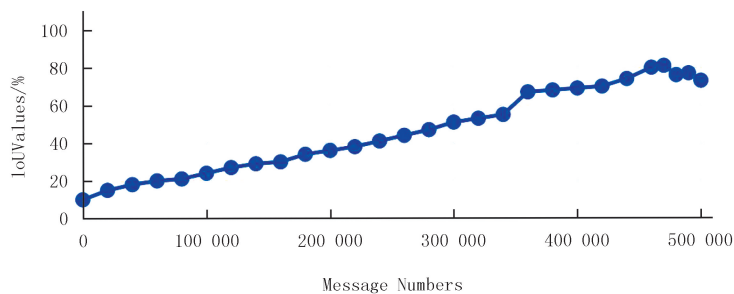


图4 数据库特征匹配测试曲线

Fig. 4 The test curve of database feature matching

通过试验证明我们的系统与 DU 等人^[19] 提出的一种由卷积模型、GRU 模型和联合模型组成的混合多模态深度学习融合框架和 ZHANG 等人^[20] 采用 DeepST 体系结构构建的 UrbanFlow 系统相比在计算速度上有明显的优势,详见如图 5。

3 结论

本文设计了一种基于 CNN 认知智能信息融合系统的新体系结构.该体系结构可以实现多种认知特征,不仅可以满足各种应用数据查询,而且可以在数据融合平台上提供实时数据分析方案,减少了对基于不同的

和动态智能应用程序的单独配置的要求.未来需要进行大数据下并联数据库网络之间数据处理问题和高效计算应用领域的相关工作.

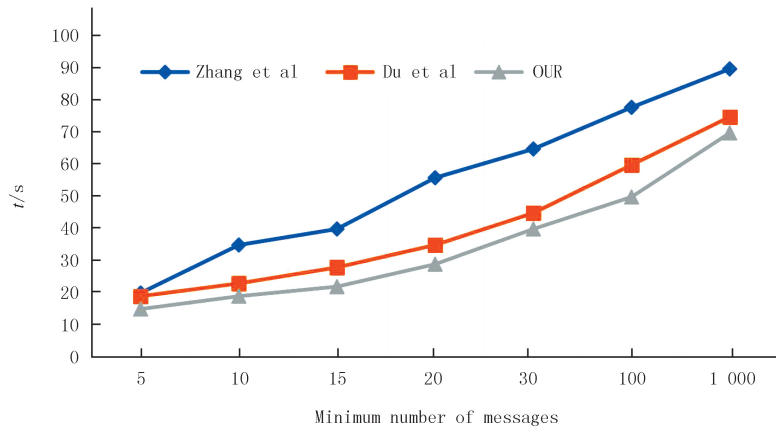


图5 系统运算速度图

Fig.5 The speed diagram of system operation

参 考 文 献

- [1] ASCH M, MOORE T, BADIA R, et al. Big data and extreme-scale computing: pathways to convergence-toward a shaping strategy for a future software and data ecosystem for scientific inquiry[J]. *The International Journal of High Performance Computing Applications*, 2018, 32(4): 435-479.
- [2] LIU Q, LI P, ZHAO W, et al. A survey on security threats and defensive techniques of machine learning: a data driven view[J]. *IEEE Access*, 2018, 6: 12103-12117.
- [3] ZHANG L, TAN J J, Han D, et al. From machine learning to deep learning: progress in machine intelligence for rational drug discovery [J]. *Drug Discovery Today*, 2017, 22: 1680-1685.
- [4] NGUYEN N D, NGUYEN T, NAHAVANDI S. System design perspective for human-level agents using deep reinforcement learning: a survey[J]. *IEEE Access*, 2017, 5: 27091-27102.
- [5] CHEN M, HERRERA F, HWANG K. Cognitive computing: architecture, technologies and intelligent applications[J]. *IEEE Access*, 2018, 6: 19774-19783.
- [6] GUPTA S, KAR A K, BAABDULLAH A, et al. Big data with cognitive computing: A review for the future[J]. *International Journal of Information Management*, 2018, 42: 78-89.
- [7] SOOD S K, SANDHU R, SINGLA K, et al. IoT, big data and HPC based smart flood management framework[J]. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 2018, 20: 102-117.
- [8] SANTOS M Y, OLIVEIRA O E SÁJ, ANDRADE C, et al. A Big Data system supporting Bosch Braga Industry 4.0 strategy[J]. *International Journal of Information Management*, 2017, 37(6): 750-760.
- [9] YANG C W, HUANG Q Y, LI Z L, et al. Big Data and cloud computing: innovation opportunities and challenges[J]. *International Journal of Digital Earth*, 2017, 2: 13-53.
- [10] ZHOU L. QoE-driven delay announcement for cloud mobile media[J]. *IEEE Transactions on Circuits & Systems for Video Technology*, 2017, 27(1): 84-94.
- [11] HE K, ZHANG X, REN S, et al. Delving deep into rectifiers: surpassing human-level performance on image net classification[EB/OL]. [2020-03-16]. <https://arxiv.org/pdf/1502.01852.pdf>.
- [12] BIANCHI P, JAKUBOWICZ J. Convergence of a multi-agent projected stochastic gradient algorithm for non-convex optimization[J]. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 2013, 58(2): 391-405.
- [13] WU J Y, QIAO X Q, XIA Y M, et al. A low-latency scheduling approach for high-definition video streaming in a heterogeneous wireless network with multihomed clients[J]. *Multimedia Systems*, 2015, 21(4): 411-425.
- [14] ZHAO W, FU Y, WEI X S, et al. An improved image semantic segmentation method based on superpixels and conditional random fields [J]. *Applied Sciences*, 2018, 8(5): 837-845.
- [15] SUN W, WANG R. Fully convolutional networks for semantic segmentation of very high resolution remotely sensed images combined with DSM[J]. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2018, 15(3): 474-478.
- [16] PAVEL M S, SCHULZ H, BEHNKE S. Object class segmentation of RGB-D video using recurrent convolutional neural networks[J].

Neural Networks,2017,88:105-113.

- [17] LU D,POPURI K,DING G W,et al.Multimodal and multiscale deep neural networks for the early diagnosis of alzheimer's disease using structural MR and FDG-PET images[J].Scientific Reports,2018,8:5697.
- [18] CHEW E,CALLENDER C.Conceptual and experiential representations of tempo:effects on expressive performance comparisons[J].Lecture notes in computer science,2013,7937:76-87.
- [19] DU S,LI T,GONG X,et al.A hybrid method for traffic flow forecasting using multimodal deep learning[EB/OL].[2020-03-19].<https://arxiv.org/abs/1803.02099>.
- [20] ZHANG J,ZHENG Y,QI D,et al.DNN-based prediction model for spatiotemporal data[C]//Proceedings of the 24th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems.New York:ACM,2016.

Research on the structure of cognitive intelligence information fusion system based on convolutional neural network

Tian Ye, Sun Ruizhi

(College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Cognitive computing is to simulate the personalized interaction and service to achieve human-computer interaction. In recent years, there have been many researches on the analysis of massive data in cognitive computing, but they still fail to solve the scalability and flexibility of intelligent data collection in big data environment. Based on the study of parallel database network under big land data, this paper proposes a cognitive intelligent information fusion system architecture based on convolutional neural network. The cognitive computing is used to analyze the data collected and processed by the application program of intelligent information fusion, so as to solve the problem of scalability and flexibility of the system. The experimental results show that the system can effectively meet various external application requirements, and the data captured from millions of data sources can be crossingly implemented and response in real time across various applications.

Keywords: convolutional neural network; cognitive computing; intelligent information fusion system; land use

[责任编辑 陈留院 赵晓华]