

SMART HOME SYSTEM BASED ON NEURAL NETWORK

Tomáš Nováček

Bachelor Degree Programme (4), FIT BUT

E-mail: xnovac11@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Radim Luža

E-mail: iluza@fit.vutbr.cz

Abstract: There has been various projects trying to implement so called smart home, some of them were more successful than the others, some of them less, one thing that most of them have in common were their expenses for the localization sensors. This paper presents implementation of a smart home technology based on the localization resource that is present in every urban household - a wireless access point. This work will exploit the fact that towns are full of wireless networks nowadays and will take advantage of this fact via artificial neural network computational model.

Keywords: smart home, neural network, wireless access point localization

1 ÚVOD

Návrhem inteligentních domácností se intenzivně zabývalo jak několik velkých firem, tak i nemalé množství projektů v akademické sféře [3]. V soukromé sféře se jedná především o regulaci, automatizaci nebo o zjednodušené ovládání každodenně vykonávaných činností. Především chytré telefony a tablety přinesly této sféře oživení. Prakticky každý korporátní projekt uvádí, že lze s jeho pomocí ovládat osvětlení a topení pomocí tabletu nebo chytrého telefonu, menší množství firem už přináší možnost úsporné regulace elektřiny a topení. Akademická sféra se soustředí mnohem více na schopnost predikce uživatelských akcí a na schopnost odhadnout, v jakém kontextu se právě uživatel nachází. V tomto duchu se orientuje i tato práce. K dosažení tohoto cíle se využívají různé lokalizační systémy a technologie. V této práci se pro tento účel zvolila technologie WIFI. Pro zpracování dat byla využita neuronová síť s rekurentní architekturou.

2 NEURONOVÁ SÍŤ

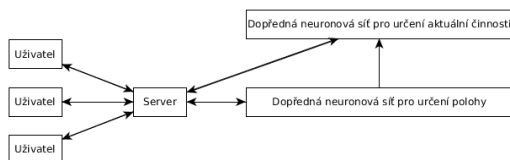
Neuronová síť [4] představuje výpočetní model založený na funkci lidského mozku, používá se především v oblastech rozpoznávání řeči a obrazu. Bylo dokázáno, že je schopna univerzální aproximace. Vykazuje známky učení a je schopna velice dobře klasifikovat data navzdory ruchu ve vstupních datech. Je složená z neuronů a synapsí, jež realizují pomocí matematických funkcí procesy analogické k procesům v lidském mozku.

3 ARCHITEKTURA ŘEŠENÍ

Celkové řešení sestává ze snahy určit přibližnou polohu uživatele v domácnosti pomocí analýzy síly signálu WIFI v uživatelské blízkosti za pomoci neuronové sítě a následném zpracování této polohy spolu s dalšími veličinami při určování uživateli aktuální činnosti další neuronovou sítí.

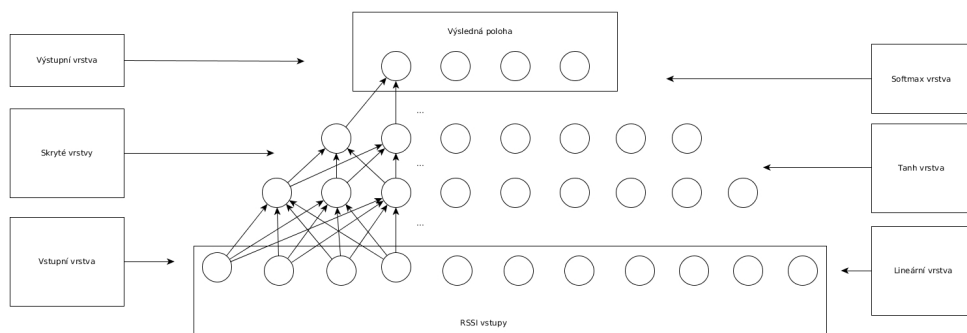
3.1 LOKALIZACE

K lokalizaci na bázi technologie WIFI se využívají dva hlavní principy, jsou jimi multi-trilateration a fingerprinting [1]. V této práci bylo využito faktu, že v městských sídlištích se nachází vysoká kon-



Obrázek 1: Architektura řešení.

centrace bezdrátových sítí. K přibližné lokalizaci byl využit chytrý telefon s operačním systémem Android, pro nějž byl implementován software, jenž každé dvě sekundy zasílá aktuální informace o hodnotách RSSI bezdrátových sítí v jeho okolí a je schopen komunikovat se serverem o právě prováděných uživatelských činnostech. Ke zpracování takto získaných dat je využita neuronová síť s dopřednou architekturou. Tato síť neaplikuje na vstupní data žádnou aktivační funkci, na výstupní neurony aplikuje softmax() a obsahuje 3 skryté vrstvy s aktivační funkcí tanh(). Vstupní data neuronové sítě jsou hodnoty RSSI.



Obrázek 2: Neuronová síť pro zpracování polohy.

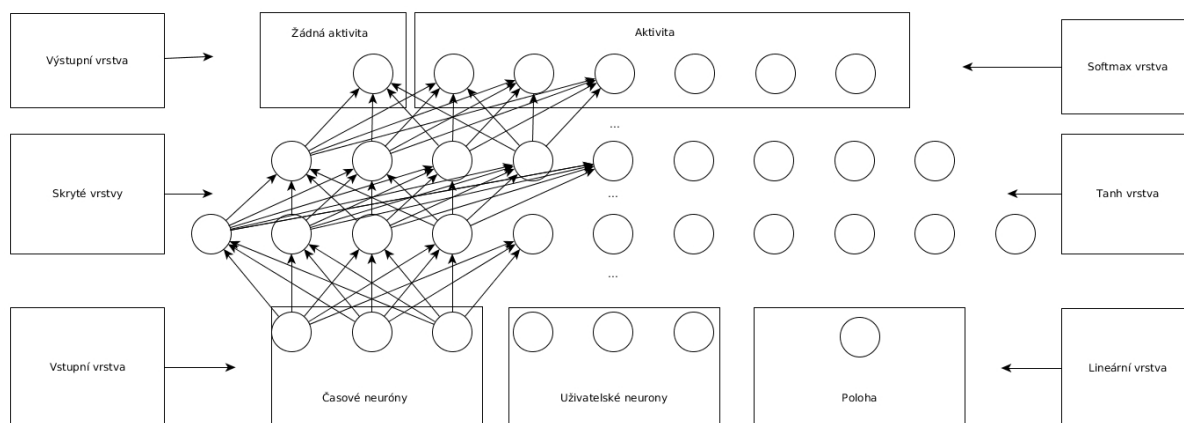
3.2 UŽIVATELSKÉ MÓDY

Uživatel má k dispozici dva módy. Učící mód, ve kterém se systém pouze učí nové polohy a činnosti, a vyhodnocující mód, ve kterém síť vyhodnocuje každý uživatelský vstup a zasílá uživateli rozpoznané aktivity. Pokud uživatel s rozpoznanou aktivitou nesouhlasí, má možnost popřít tuto aktivitu, v takovémto případě se síť pokusí naučit neasociovat tato vstupní data s žádnou aktivitou.

3.3 ROZPOZNÁNÍ ČINNOSTI

Uživatelé zasílají serveru data, jež obsahují jejich aktuálně viditelné bezdrátové sítě a jejich RSSI, spolu s právě prováděnou aktivitou. Tato data jsou následně předložena neuronovým sítím a v závislosti na uživatelském módu (3.2) je neuronová síť buď vyhodnocuje nebo se z těchto dat snaží naučit nové vzorce chování. Odpověď na tato data je distribuována uživatelům přes server. Síť pro rozpoznání aktuální činnosti je založena na dopředné architektuře. Síť neaplikuje na vstupní vrstvu žádnou aktivační funkci, na výstupní vrstvu se aplikuje funkce softmax(), síť obsahuje dvě skryté vrstvy s aktivační funkcí tanh(). Vstupní data tvoří výstup neuronové sítě pro lokalizaci (3.1), jednoznačný číselný identifikátor uživatele a čas ve formátu: den v týdnu, aktuální počet hodin, aktuální počet minut.

Výstupní vrstva představuje uživatelsky specifikované aktivity, přičemž jeden neuron je vyhrazen jako výchozí aktivita, značící, že u uživatele nebyla vy pozorována žádná aktivita.



Obrázek 3: Architektura neuronové sítě pro rozpoznání činnosti.

3.4 UČENÍ NEURONOVÉ SÍTĚ

Učení neuronové sítě probíhá ve dvou rozdílných fázích v závislosti na uživatelském módu (3.2). V případě učícího módu se nemění váhy neuronové sítě po každém vstupu, chyba sítě se akumuluje a dojde ke změně vah až při přechodu do vyhodnocujícího módu. Pokud uživatel nesouhlasí s rozpoznanou aktivitou během vyhodnocujícího módu, dojde k okamžité rekonfiguraci sítě.

4 ZÁVĚR

Lokalizační část práce pracuje s úspěšností přes 80 procent při rozpoznávání aktuální lokace při 4 různých polohách. Při přidání šumu ke vzorku vstupních dat je síť schopna rozpoznat aktuální polohu s přesností přesahující 50 procent, již po jedné minutě sbírání dat pro každou oblast. Síť pro rozpoznání aktuálně prováděné činnosti nevykazuje dostatečnou přesnost, uživateli jsou přiřazovány činnosti i v době, kdy uživatel nevykonává žádnou aktivitu. Tento jev by se dal pravděpodobně zmírnit vytvořením více výstupních neuronů odpovídajících žádné aktivitě nebo delším trénováním sítě. Zlepšení by také mohlo nastat při použití rekurentní neuronové sítě typu LSTM [2] a následném odstranění časových vstupů sítě.

REFERENCE

- [1] S. Boonsriwai and A. Apavatjirut. Indoor wifi localization on mobile devices. In *Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2013 10th International Conference on*, pages 1–5, May 2013.
- [2] S. Hochreiter and J. Schmidhuber. Long short-term memory. *Neural Comput.*, 9(8):1735–1780, November 1997.
- [3] L. Jiang, D. Liu, and B. Yang. Smart home research. In *Machine Learning and Cybernetics, 2004. Proceedings of 2004 International Conference on*, volume 2, pages 659–663 vol.2, Aug 2004.
- [4] J. Šíma and R. Neruda. *Teoretické otázky neuronových sítí*. Matfyzpress, 1996.