

Intelligent Tourist Guide – Generating Ambient-Oriented Routes and Digital Classification of Elements of the Cultural and Historical Heritage of Bulgaria

Kristian Milev, Georgi Kostadinov, Stefan Staynov,
Asya Stoyanova–Doycheva

“Paisii Hilendarski”, University of Plovdiv, Bulgaria

Abstract: *One of the areas of application of digital mobile assistants is intelligent transport and tourist guides. Such personalised systems aim to facilitate the increasingly difficult choice of the most appropriate transport option regarding personal preferences and habits, current location and available options in real time. To implement a smart travel guide, it is necessary to develop personalised models that include not only static information about routes and destinations, but also to take into account the personal preferences of the user and dynamically respond to unplanned real world circumstances. In the field of intelligent systems, such variable physical characteristics in time and space (so-called ambient characteristics) have a significant role in the degree of usefulness for the end user. The personal assistant is an integral part of the user experience that helps tourists immerse themselves in the rich history and cultural heritage of Bulgaria. Modern technologies in the field of artificial intelligence allow the tourist to get acquainted with the traditions and folk customs, receiving detailed information about the surrounding objects such as folk costumes, architectural monuments and others.*

Keywords: *Personal Assistants; Ontologies; Ambient-oriented Modeling; Tourist Guide; Tourist Routes Generation; Image Classification; Machine Learning; Traditional Bulgarian Costumes.*

Интелигентен туристически екскурзовод – генериране на амбиент-ориентирани маршрути и дигитално класифициране на елементи от културното и историческо наследство на България

Кристиан Милев, Георги Костадинов, Стефан Стайнов,
Ася Стоянова-Дойчева

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, България

Резюме: *Едни от сферите на приложение на дигиталните мобилни асистенти са интелигентният транспорт и туристическите екскурзоводи. Такива персонализирани системи имат за цел да улеснят все по-трудния избор за най-подходяща транспортна опция, с оглед на личните предпочитания и навици, текуща локация и наличните опции в реално време. За реализиране на интелигентен туристически екскурзовод е необходимо*

разработване на персонализирани модели, които включват не само статична информация за маршрути и дестинации, но и да се вземат предвид личните предпочитания на потребителя, както и динамично да се реагира на непланирани промени и обстоятелства в реалния свят. В сферата на интелигентните системи такива променливи физически характеристики във времето и пространството (така наречените амбиентни характеристики) имат все по-съществена роля и все по-голяма тежест в степента на полезност за крайния потребител. Този туристически екскурзовод е неизменен спътник, който помага на потребителя да се потопи в богатата история и културното наследство на България. Съвременните технологии в областта на изкуствения интелект дават възможност на туриста задълбочено да се запознае с традициите и народните обичаи, получавайки детайлна информация за обкръжаващите го обекти като народни носии, архитектурни паметници и други.

Ключови думи: *персонални асистенти; онтологии; амбиент-ориентирано моделиране; туристически екскурзовод; генериране на туристически маршрути; класификация на изображения; машинно самообучение; традиционни български носии.*

България е място, в което се преплитат 4 сезона, изключителна природа, различни култури и цивилизации срещани през вековете на съществуване, славни времена и велики герои.

За добро или за лошо съществуваме в динамична среда и адаптирането към настоящите обстоятелства е по-важно от всякога. Събитията от последните няколко месеца ни принудиха да осъзнаем огромния ефект на околната среда и как тя променя начина ни на живот. Не твърде далеч в миналото всичко, което използвахме за планиране на различни дейности, месеци и дори години напред и нищо не ни накара да си представим, че ежедневието ни ще бъде коренно променено за миг на око. Оказа се, че не само медицинските и здравните системи не са подготвени за мащабна криза като пандемичната обстановка, свързана с COVID - 19, в която попаднахме. Сектори като културата и туризма са изправени пред огромен риск от съществуването си.

Използвайки резултатите от предишни разработки, работихме върху интелигентно ръководство, което взема предвид различни участници като подходящо време и лични предпочитания и др. В статията е представен алгоритъм за генериране на реални туристически маршрути. Основната част от работата е свързана с визуализация на маршрутите и възможността на потребителите да избират как да посещават културните обекти в маршрута - реално или виртуално.

Статията е разделена на четири части. Въведението запознава читателите с полето на статията. Втората част представя алгоритъма и архитектурата на Туристическия водач и алгоритъма за разпознаване на народни носии. В третата част се обсъжда визуализацията на генерираните маршрути. В заключение се правят предложения за бъдещо развитие на туристическия водач.

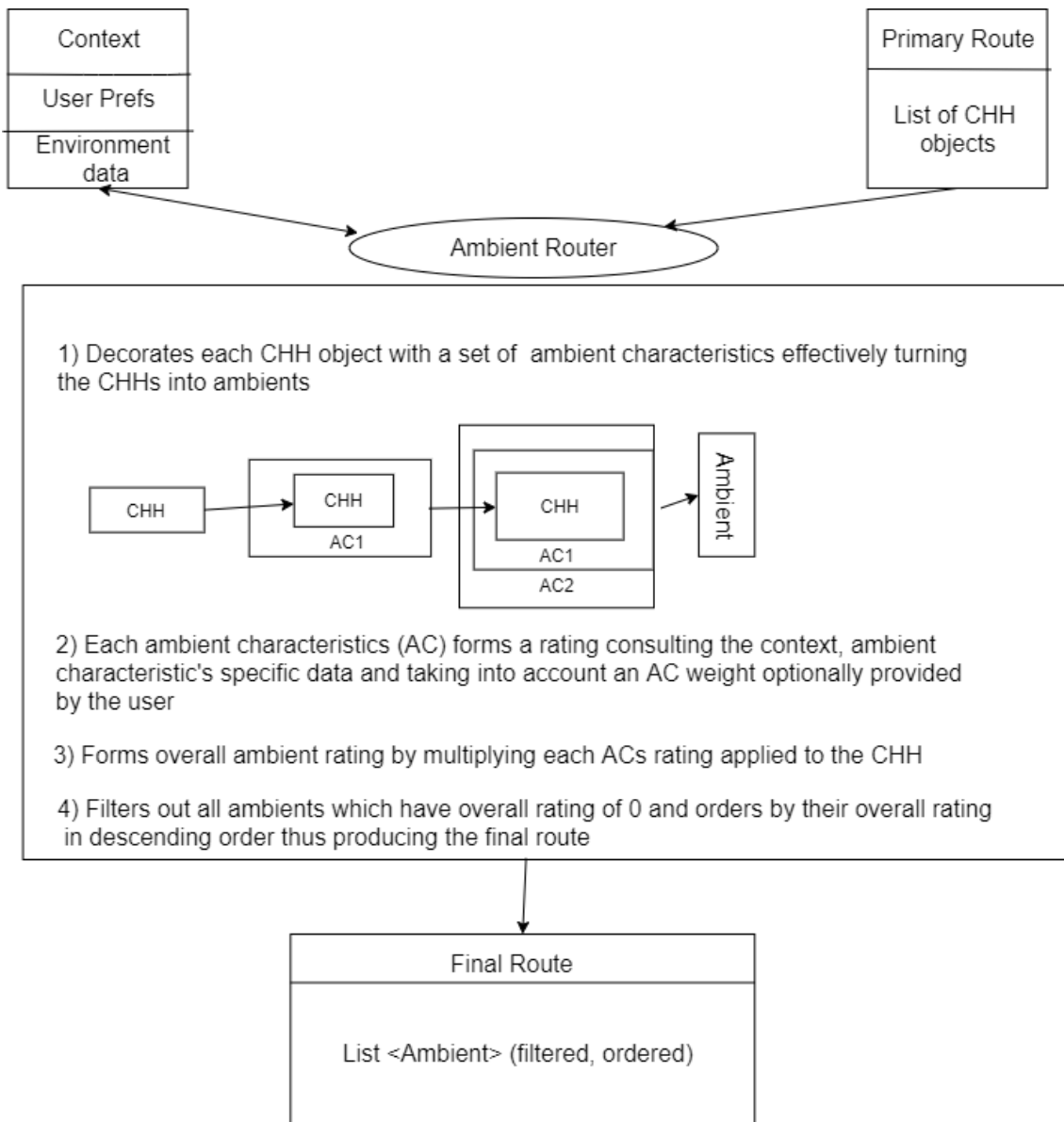
Алгоритъм за генериране маршрути на туристическия пътеводител

Използвайки основата, положена чрез изграждането на ViPS архитектурата и нейната конкретна имплементация (туристическия пътеводител), е разработен прототипът на амбиентно-ориентиран маршрутизатор. В реализацията важна роля имат множество фактори като лични предпочитания на туриста, геолокация, времето с което туристът разполага. Тези персонализирани данни формират потребителския контекст, който заедно с амбиентните характеристики на самите културни и исторически обекти, дават необходимата информация на пътеводителя да преобразува първичния маршрут в краен такъв. Предложеният маршрут може да бъде както виртуален, така и реален (физически). Амбиентният маршрутизатор има възможност да пренасочва и съветва туриста в реално време, в случай че възникнат промени или непредвидени обстоятелства при следването на първоначално построения маршрут.

Една от областите на приложение на дигиталните персонални асистенти се отнася към подпомагане на потребителя в избора му на туристически маршрут, сред наличните опции с оглед на личните предпочитания и навици, текуща локация и не на последно място - безопасност. За постигане на поставените цели е необходимо разработването на пригодени модели, които представят не само статични данни за маршрути и техните дестинации, но също така комбинират потребителските лични предпочитания с амбиентните характеристики на обектите за посещение. Не на последно място е възможността маршрутът динамично да бъде адаптиран към обстоятелствата в заобикалящата ни среда. В набиращите все по-голяма популярност интелигентни системи, физическите (амбиентни) характеристики не могат да бъдат пренебрегнати и стават все по-важни в степента на полезност за крайния потребител.

По същество амбиентният маршрутизатор представлява алгоритъм за генериране на оптимален маршрут при туристическо посещение на повече от един исторически обект в дадена област. При стартиране на ново пътуване туристът предоставя на системата необходимата информация за изграждането на потребителския профил. Това са отговорите на въпросника, който е първата стъпка в потребителската сесия на дигиталния асистент. Тези отговори формират контекста, който заедно с амбиентните характеристики на обектите кандидати за посещение, определят дали дестинацията е валидна опция и на каква позиция (приоритет) е сред списъка от места за посещение. Алгоритъмът приема неподредено множество от културни и исторически обекти като входни данни и връща като резултат подреден списък – подмножество на полученото множество, като взема предвид физическите характеристики на обектите за посещение, комбинирани със зададените от туриста характеристики –

отдалечеността на обекта от локацията на потребителя, работното време на експозицията, съчетана с времеви интервал, с който туристът разполага, атмосферните условия на дестинацията, съчетани с потребителските предпочитания в този аспект, достъпност на обекта за хора в неравностойно положение, в случай че потребителят е заявил специални нужди в отговорите на въпросника, и т.н. В случай на непреодолими различия между амбиентните характеристики и потребителските предпочитания, обект за посещение може да бъде деприоритизиран или дори премахнат от списъка, дори той да е в най-голяма близост до туриста.



Фигура 1. Схема на алгоритъма за амбиент-ориентираните маршрути

Пример за такова понижаване на приоритет е експозиция на открито при очаквана буря в часовете предвидени за посещение. Друга интересна ситуация би била експозиция, намираща се на отдалечено разстояние от туриста в сравнение с други достъпни такива, но алгоритъмът я поставя на първо място в

подредбата, тъй като експозицията работи до обяд или е на открито и метеорологичните условия не са подходящи за посещение по-късно през деня. Всяка от амбиентните характеристики би могла да има тежест, която потребителят може да задава в системата, така че за различните потребители едни и същи обстоятелства да повлияват подредбата на елементите на маршрута по различен начин. Тази тежест заедно с личните предпочитания, зададени в потребителския профил, и амбиентните характеристики, формират рейтинг на обекта в списъка с кандидати за посещение. Всяка физическа характеристика, позната на системата, образува коефициент между 0 и 2 спрямо потребителските предпочитания [Фиг. 1]. Всеки един коефициент може да бъде модифициран от потребителя чрез зададена от него тежест. Всички тези коефициенти се умножават, като резултатът от това умножение е крайният рейтинг на обекта.

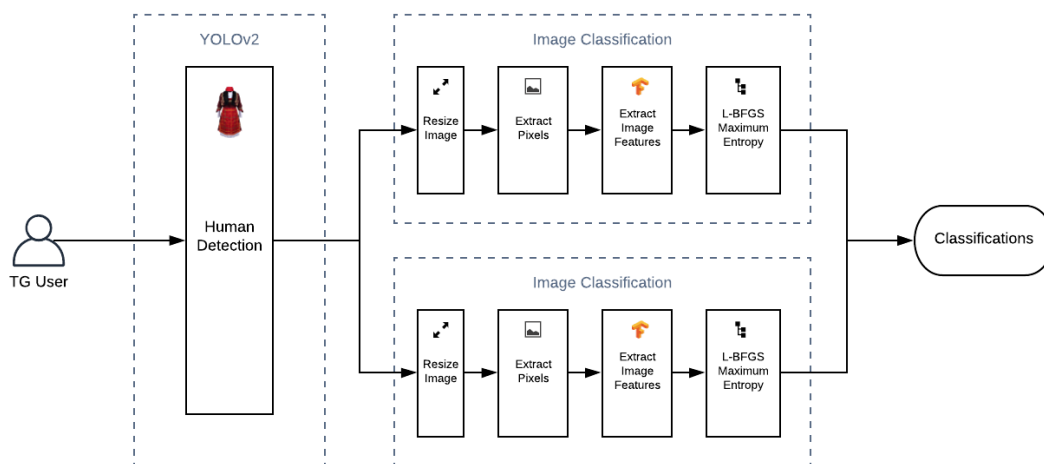
Погледнат от друг ъгъл, алгоритъмът е дигитален асистент, който приема като вход статично множество от обекти за посещение от дадена база знания плюс характеристики на самия потребител от контекста, получен чрез автоматизирано изпращане на данни като локация или чрез интервюиране на туриста. На базата на всички тези входни данни, интелигентният асистент допълва статичните обекти с динамична информация от реалния свят, филтрира и подрежда дестинациите в маршрут, специфичен за конкретния потребител (Kostadinov et al., 2020).

Алгоритъм за разпознаване на български народни носии

Една от възможностите на туристическия пътеводител е да позволи на своите потребители да взаимодействат със заобикалящата ги среда. По-конкретно, те могат да използват камерата на своите мобилни устройства, чрез която да заснемат интересен културен обект, в резултат на което приложението ще сподели със своите потребители интересни факти и детайли за него. В момента туристическият пътеводител може да разпознава традиционни български носии от няколко региона на страната. Това се постига с използването на подходи от сферата на изкуствения интелект (artificial intelligence) и по-конкретно машинно самообучение (machine learning) (Goodfellow et al., 2016).

Машинното самообучение е подразделение на изкуствения интелект, което позволява на компютърни програми автоматично да учат и да се подобряват без допълнителна човешка намеса. Дълбокото самообучение (deep learning) е подход от машинното самообучение, който използва алгоритми, имитиращи структурата и функцията на мозъка. Това се постига чрез изграждане на изкуствени невронни мрежи, които биват обучени посредством голямо количество данни, на базата на които невронната мрежа успява да открие и “запомни” повторяеми шаблони. Чрез този придобит опит, невронната

мрежа може да взима самостоятелни решения без допълнителна човешка намеса. Дълбокото самообучение се е наложило като много добър подход за проблеми, свързани с разпознаване на изображения, говор, естествени езици, анализ на аудио сигнали и други. За да е успешен този подход е необходимо наличието на голямо количество данни, на базата на които дадената невронна мрежа да бъде обучена. От друга страна голямото количество данни означава дълъг процес на обучение. Това са и основните проблеми, свързани с този подход. Като решение на тези проблеми в последно време се налага техника, наречена трансферирано самообучение (transfer learning), която имитира начина, по който хората усвояват нови умения. Идеята зад трансферираното самообучение е да се използва предишен опит, на базата на който да се научи ново умение. Народните носии са нещо много характерно и уникално за България. Именно заради това проблемът за обучение на невронна мрежа, която да може да разпознава носии от различните региони на страната е много труден. Наличните изображения са недостатъчни за качествено обучение на невронна мрежа. За да се постигне това в туристическия пътеводител е използван подходът на трансферирано самообучение. В допълнение на това, всички обработени изображения на крайните потребители биват запазени за по-нататъшна обработка с цел подобряване на точността на алгоритъма.



Фигура 2. Алгоритъм за разпознаване на български народни носии

Алгоритъмът за разпознаване на народни носии се достига чрез уеб услуга, която е лесно достъпна в Интернет. След като потребителят на приложението заснеме дадена носия, тя бива изпратена посредством HTTP заявка на уеб сървър за обработка. Фигура 2 илюстрира алгоритъма за разпознаване на български народни носии, използван в туристическия пътеводител. Първата стъпка на този алгоритъм има за цел да се обособят обектите в изображението, които трябва да бъдат класифицирани. Този процес се базира на YOLOv2 невронната мрежа за разпознаване на обекти в изображение (Redmon and Farhadi, 2017). YOLOv2 библиотеката е

експортирана в ONNX формат, който представлява стандартизиран начин за представяване на модели от областта на изкуствения интелект¹ (Open Neural Network Exchange, 2021). Библиотеката ML.NET дава възможност за зареждане и работа с модели в ONNX формат. Специално разработен компонент, базиран на ML.NET и YOLOv2 невронната мрежа, е отговорен за идентифицирането на всички зони от изображението, в които се намира човешка фигура. Следващата стъпка е да се изрежат идентифицираните зони от оригиналното изображение, в резултат на което се получава списък от изображения, които да бъдат допълнително обработени. По-нататъшното класифициране се извършва паралелно като всяко едно изображение се подава на алгоритъм, изграден посредством трансферирано самообучение. Тази част от алгоритъма се основава на вече обучена мрежа, която може да разпознава елементи от изображението, които носят достатъчна информация за по-нататъшното класифициране. По този начин се решават два проблема. За обучението на нова невронна мрежа, която успешно да разпознава елементи от изображението са необходимо голямо количество данни, което не е налично. Друг проблем е времето, което ще е необходимо за обработването на това количество данни, за да се обучи дадената мрежа. За да се решат тези проблеми е използвана InceptionV3 конволюционна невронна мрежа за обработка на изображенията и извличане на техни характеристики, които да бъдат по-късно класифицирани (Szegedy et al., 2015). За да се постигне това е премахнат последният слой на невронната мрежа, отговорен за крайното класифициране. Така резултатът от InceptionV3 невронната мрежа не е крайната класификация, а списък от характеристики, които да бъдат използвани от друг компонент за класифицирането на изображение на българска народна носия. За изграждането на описания процес се използва библиотеката ML.NET. Първоначално всяко изображение бива обработено, за да се извлече необходимата информация, на базата на която да се извърши класифицирането. Това включва оразмеряване на изображението в подходящ размер и извличане на пикселите му. Получените данни се подават на невронна мрежа, която има за цел да извлече характеристики на изображението. Това са елементи, които невронната мрежа е идентифицирала и смята за важна информация за класификацията на изображението. Алгоритъм, базиран на Limited-memory BFGS (L-BFGS) maximum entropy, е използван за крайното класифициране на изображенията. Таблицата [Фиг. 3] представя точността на класифициране на алгоритъма, верифициран чрез изчисляване на average log-loss (Staynov et al., 2020). Стойностите за различните категории варират между 0.02129 и 0.05722, което показва задоволителна точност на класифициране. След като паралелното класифициране на разпознатите фигури е приключило, за всяка разпозната категория се извлича интересна информация, описваща спецификите на

¹ Open Neural Network Exchange; <https://onnx.ai/> (accessed Mar 30 2021). (Open Neural Network Exchange, 2021).

региона, от който е носията. Компилираният краен резултат бива върнат като отговор на HTTP заявката под формата на низ от символи в JSON формат. Тази информация бива консумирана от мобилното приложение и изобразена на екраните на устройствата на крайните потребители.

Average log-loss	
Average log-loss	0.03654
FemaleThracian class log-loss	0.03825
MaleThracian class log-loss	0.02938
FemaleRodopean class log-loss	0.02129
	0.05722

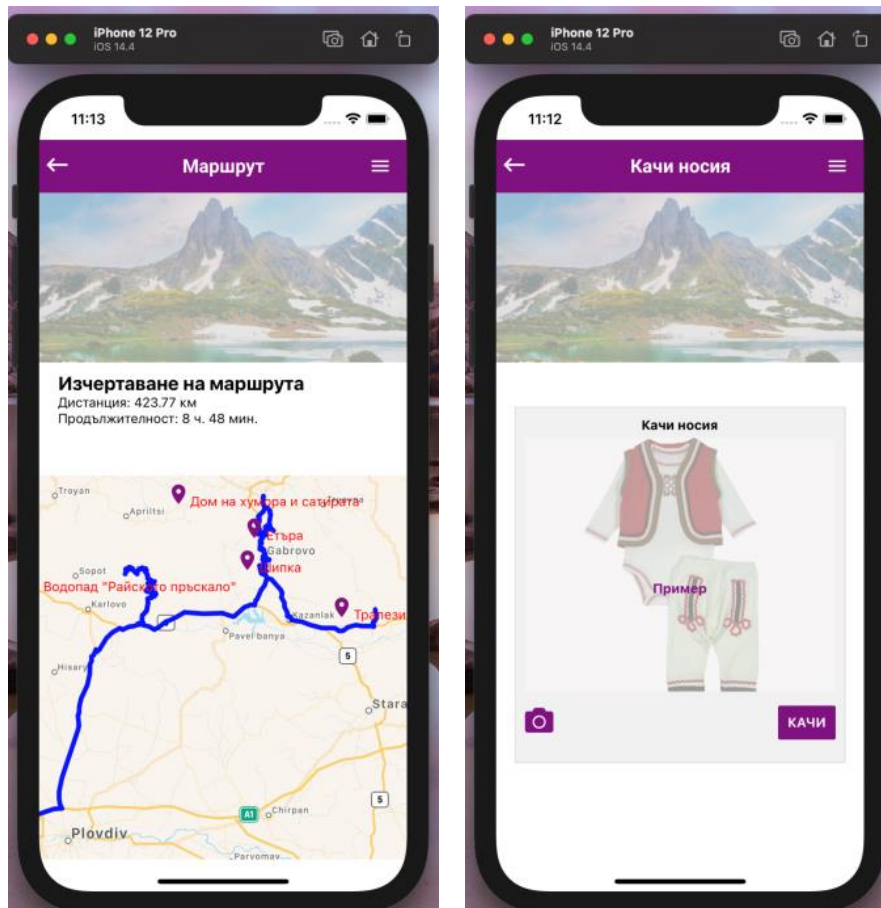
Фигура 3. Average log-loss на поддържаните категории за класифициране

Визуализация

За създаването на визуалната част е използвана рамката, предоставена от Facebook - React Native² (React Native, 2021). Очевидно предимство на рамката е, че тя помага за изграждането на собствено приложение без познаване на езици като Objective-C, Kotlin или Swift. Кодът е написан в javascript и преобразуван в съответната платформа като най-важното предимство, което може да се посочи, е че е достатъчно да се разбере само един език, а не два за платформите IOS и Android. Разработката на JavaScript също предоставя възможност за споделяне на кодовата база не само между мобилните платформи, но и с уеб приложенията React. Функционалностите, които са готови за текущата версия на нашия туристически екскурзовод са генерирането на маршрут по дадени изисквания на потребителя, разпознаването на носия по дадено изображение [Фиг. 4], анализ за извличане на потребителски данни, въз основа на който се обучава нашето приложение.

Местоположението се извлича на всеки потребител чрез геолокация. В близост до туристически обект могат да се изпращат известия (push известия) до потребителя в случаите, когато нова забележителност е открита, за да могат хората, използващи приложението, да я посетят. За очертаването на маршрути като начало използваме API на Google Maps и по-специално React Native Maps, пакет, който се основава на API на Google. Геолокацията като API има различни методи, които могат да се използват в уеб приложение. Това е и мощен API за мобилно развитие. React Native се възползва от този API и наличните му методи, като разширява спецификацията на Web Geolocation.

² React Native, <https://reactnative.dev/>, (accessed 01.04.2021) (React Native, 2021).



Фигура 4. Визуализация на маршрут и разпознаване на носия

Заклучение

Представеният туристически гид предлага персонализирано изживяване, доставено по интуитивен начин. Той действа като личен асистент, който използва изкуствен интелект, за да насочва потребителите си по време на тяхното пътуване през България. Основните компоненти на TG са асистенти и онтологии като онтологията са основната част от базата знания за TG. Асистентите са внедрени като интелигентни, рационални агенти с BDI архитектура (Wooldridge, 2009). Асистенти са разположени на мобилни потребителски устройства както на платформи IOS, така и на Android. Основната цел на TG е да съпътства и помага потребителя, за това това приложение и проектът като цяло са отворени за бъдещи актуализации и внедряване на различни функции, включително виртуална 3D обиколка, вземане под внимание на метеорологичното време и атмосферните събития формиращи времето преди да посетите определена културна или историческа обект, едновременно генериране на маршрути с много различни предложения за маршрути, разпознаване и даване на информация за повече носии от една снимка и др. В момента се подготвя актуализация на TG и която ще бъде добавена в бъдещите версии. Разработват се допълнителни подобрения, които целят подобряване на алгоритъма и добавяне на способност за класифициране

на костюми от други региони на страната. Същата концепция може да се използва и за други неизследвани области от българското историческо наследство.

Благодарности

Авторите изказват благодарност към научен проект ФП21-ФМИ-002 „Интелигентни иновационни ИКТ в научните изследвания в областта на математиката, информатиката и педагогиката на обучението“ към Фонд Научни изследвания на ПУ „Паисий Хилендарски“, за частичното финансиране на настоящата работа.

Литература

- Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., Bengio, Y.** (2016). Deep learning (Vol. 1, No. 2). Cambridge: MIT press.
- Kostadinov, G., Milev, K., Staynov, S., Stoyanova-Doycheva, A.** (2020, October). Algorithm for Generating and Visualizing Routes of an Intelligent Tourist Guide. In 2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI) (pp. 1-5). IEEE.
- Open Neural Network Exchange;** <https://onnx.ai/> (accessed Mar 30 2021).
- React Native,** <https://reactnative.dev/>, (accessed 01.04.2021)
- Redmon, J., Farhadi, A.** (2017). YOLO9000: better, faster, stronger. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 7263-7271).
- Staynov, S., Milev, K., Kostadinov, G., Stoyanova-Doycheva, A.** (2020, October). Traditional Bulgarian Costume Classification in a Tourist Guide application. In 2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI) (pp. 1-4). IEEE.
- Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., Rabinovich, A. et al.** (2015). Going deeper with convolutions. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 1-9).
- Wooldridge, M.** (2009). An introduction to multiagent systems. John wiley & sons.

Kristian Milev

“Paisii Hilendarski”, University of Plovdiv, Bulgaria

kristianmilew@gmail.com

Georgi Kostadinov

“Paisii Hilendarski”, University of Plovdiv, Bulgaria

georg.kostadinov@gmail.com

Stefan Staynov

“Paisii Hilendarski”, University of Plovdiv, Bulgaria

stefan.t.st@gmail.com

Assoc. Prof., Dr. Asya Stoyanova-Doycheva

“Paisii Hilendarski”, University of Plovdiv, Bulgaria

astoyanova@uni-plovdiv.net

AUTHOR'S DATA WERE PUBLISHED ACCORDING GDPR RULES AND
PUBLICATION ETHICS OF THE JOURNAL (<http://www.math.bas.bg/vt/kin/>)

Received: *02 April 2021*

Accepted: *21 October 2021*

Published: *07 December 2021*

DOI: www.doi.org/10.26615/issn.2367-8038.2021_2_006



KIN Journal, 2021, Volume 07, Issue 2

Science Series Cultural and Historical Heritage: Preservation, Presentation, Digitalization

Научна поредица Културно-историческо наследство: опазване, представяне, дигитализация

Научная серия Культурное и историческое наследие: сохранение, презентация, оцифровка

Editors Съставители

Prof. PhD. Petko St. Petkov

проф. д-р Петко Ст. Петков

Prof. PhD. Galina Bogdanova

проф. д-р Галина Богданова

Copy editors Технически редактори

Assist. prof. PhD. Nikolay Noev

гл. ас. д-р Николай Ноев

Assist. prof. PhD. Kalina Sotirova-Valkova

ас. д-р Калина Сотирова-Вълкова

Paskal Piperkov

Паскал Пиперков

© Editors, Authors of Papers, 2021

© Редколегия, Авторски колектив, 2021

Published by Издание на

Institute of Mathematics and Informatics

Институт по математика и

at the Bulgarian Academy of Sciences,

информатика при Българска академия на

Sofia, Bulgaria

науките, София, България

<http://www.math.bas.bg/vt/kin/>

ISSN: 2367-8038