

Резюмета на рецензираните публикации
на доц. д-р Десислава Петрова-Антонова
представени за участие в конкурс за професор по професионално
направление 4.6. Информатика и компютърни науки (Софтуерни технологии –
Интензивни на данни софтуерни платформи), обявен в ДВ бр. 87 от 19.10.2021

Air quality monitoring platform with multiple data source support

Petrova-Antonova D., Jelev, J., Pavlova, I., *Air quality monitoring platform with multiple data source support*, Journal of Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. Taylor and Francis Online, 2021, Pages 1-17, <https://doi.org/10.1080/15567036.2021.1931568>, Published: 10 June 2021, ISSN: 15567036, Ref Web of Science, SJR (0.477-2020), IF (3.447 - 2020), Web of Science Quartile: Q2 (58/143 Engineering, Chemical, JCR-2020)

Резюме

Различни системи за наблюдение на качеството на въздуха по света събират големи количества данни на локално ниво. Агрегирането и последващия анализ на тези данни осигурява по-добро разбиране на проблемите, свързани с качеството на въздуха, откриване на аномалии, както и идентифициране на тенденции и корелации. За да се използва пълният потенциал на данните, анализът трябва да базира на интегрирани набори от данни от множество източници. Повечето от настоящите платформи за качество на въздуха получават данни само от един източник. В същото време разнообразието от данни за качеството на въздуха и спецификата им като времеви серии създават допълнителни предизвикателства, свързани с тяхната обработка, анализ и визуализация. Разработването на софтуерни услуги, които използват променливостта на данните за качеството на въздуха, изисква хармонизирано, многоканално събиране на данни и тяхното обобщаване. Настоящата статия адресира този проблем, като предлага платформа за наблюдение, събиране и обобщаване на данни за качество на въздуха от множество източници и в различни формати. Платформата осигурява сравняване на измерванията за параметрите на въздуха от различни източници на данни. Освен това, тя поддържа наблюдение на самите сензори, валидиране на техните измервания и игнориране на тези, за които са забелязани аномалии в данните. Статията представя подробно проектирането на платформата, включващо описание на многослойната архитектура, модела на данни, функционалния дизайн и логическите пакети. Разгледани са и ключови елементи от реализацията ѝ, свързано с разработване на три интерфейса за събиране на данни, реализирани чрез интегриране на външни приложни програмни интерфейси, предоставени от Luftdaten.info, WAQI.info и Openweathermap.org. Валидирането на платформата е извършено чрез събиране на значително количество данни (над 1,2 милиона измервания) за 2 града, включващо 3,5 милиона записи, получени от 880 сензора от 500 локации.

Abstract

Worldwide, various air quality monitoring systems collect a huge amount of relevant data for the local air quality. The aggregation and further analysis of such data allow to better understand air quality related problems, to find anomalies and to identify new trends and correlations. In order to exploit the full potential of data, the analysis should utilize integrated datasets from multiple sources. However, most of the current air quality platforms support data acquisition only from a single source. At the same time, the diversity of air quality data and the specifics of time series data itself, bring additional challenges related to data pre-processing, analytics

and visualization. The development of more comprehensive services, which fully utilize the variability of air quality data, require a harmonized, multi-channel data acquisition and its seamless aggregation. This paper addresses these challenges and needs by proposing an air quality platform for monitoring, collecting and aggregating data from multiple sources and in different formats. The platform is able to compare measurements of air quality parameters from different data sources. Furthermore, it supports monitoring of sensors themselves, validation of their measurements and ignoring those in which data anomalies are spotted. The paper presents a detailed overview of the platform design, including its multi-layered architecture, data model, functional design and according to logical packages. The key implementation points are also introduced, such as the three data collectors realized for the integration of external APIs, provided by Luftdaten.info, WAQI.info and Openweathermap.org. The extensive validation of the platform that is also presented in the paper, employs vast amount of diverse data collected from 2 cities through over 1.2 million measurements, including 3.5 million data points obtained by 880 sensors from 500 locations.

3D city model as a first step towards digital twin of Sofia city

Dimitrov H., Petrova-Antonova, D. (2021). *3D city model as a first step towards digital twin of Sofia city*, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLIII-B4-2021, 30 June 2021, Pages 23-30, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2021-23-2021>, Ref SCOPUS, SJR (0.264 - 2020)

Резюме

Семантичните 3D градски модели все по-често се прилагат в широк спектър от анализи и симулации на големи градски райони. Подобни модели се използват като основа за разработване на „градски цифрови двойници“, представящи с висока точност градската среда, както и динамиката на града, свързана с различни процеси и събития. В този контекст статията представя 3D градски модел, който е отправна точка за разработване на цифров градски двойник на София. 3D моделът е съвместим със стандарта CityGML 2.0 с ниво на детайлност LOD1, като включва моделиране на сгради и терен, определяне на крива на пресичане между сградите и терена и семантично обогатява на сградите с адресна информация. Като пилотен район за моделиране е избран Район „Лозенец“ в София. Представен е подход за 3D трансформиране на гео-пространствени данни в CityGML формат. Интегрирането на сградите и терена е съществена част от модела, тъй като често сградите частично „изплуват“ над или „потъват“ в терена. Разработено е уеб приложение, предоставящо интерфейс за взаимодействие на потребителя с 3D модела. Базовата му функционалност включва маркиране на сграда, показване на атрибути на сграда в диалогов прозорец, визуализация на засенчване от сградите спрямо текущото време на деня и стилизиране на сградите в зависимост от стойностите на техните атрибути.

Abstract

Semantic 3D city models are increasingly applied for a wide range of analysis and simulations of large urban areas. Such models are used as a foundation for development of city digital twins, representing with high accuracy the landscapes and urban areas as well as dynamic of the city in terms of processes and events. In this context, this paper presents a 3D city model, which is a starting point for development of digital twin of Sofia city. The 3D model is compliant with CityGML 2.0 in LOD1, supporting integration of the buildings and terrain and enriching the buildings' attributes with address information. District Lozenets of Sofia city is chosen as a pilot area for modelling. An approach for 3D transformation of proprietary geospatial data into CityGML schemas is presented. The integration of the buildings and terrain is an essential part of it, since the buildings often partially float over or sink into the terrain. A web application for user interaction with the 3D city model is developed. Its

main features include silhouetting a single building, showing relevant overlay content, displaying shadows and styling of buildings depending on their attributes.

Towards a Semantic 3D Model of Sofia City

Petrova-Antonova D., Spasov A., *Towards a Semantic 3D Model of Sofia City*, In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021. ICCSA 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12952. Springer, Cham, September 2021, Pages 230-241. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86973-1_16, Ref SCOPUS, SJR (0.249 - 2020)

Резюме

Все повече и повече градове по света работят върху своята цифрова трансформация, за да осигурят по-добра среда за живот на гражданите. През последните десетилетия много изследователски усилия са посветени на разработването на семантични 3D градски модели, обхващащи различни измерения на града и базирани на стандарти като CityGML. Сложността на процесите в градовете, хетерогенността на данните, които те произвеждат, и различните мащабно-пространствени изисквания за планиране и управление на градската среда водят до предизвикателства при разработването на семантични 3D градски модели. За да отговори на тези предизвикателства, настоящата статия представя процеса на разработване на семантичен 3D градски модел София и неговото визуално представяне в уеб приложение. Като пилотен район е избран Район „Възраждане“, състоящ се от няколко квартала в близост до центъра на града. Описано е 3D трансформирането на гео-пространствени данни в CityGML формат, включващ сгради и терен. Подробно е представена реализацията на уеб приложението, предоставящо възможност за взаимодействие на потребителя със семантичния 3D градски модел. Базовата му функционалност включва маркиране на сграда, показване на атрибути на сграда в диалогов прозорец, визуализация на засенчването от сградите спрямо текущото време на деня и стилизиране на сградите в зависимост от стойностите на техните атрибути.

Abstract

More and more cities worldwide are working on their digital transformation in order to deliver better living environment for citizens. Over the last decades, a lot of research efforts are dedicated to development of semantic 3D city models, covering variety city dimensions based on standards such as CityGML. The complexity of cities' processes, the heterogeneity of data they produced and different special scale requirements for planning and managing urban environment bring emerging challenges to implementation of semantic 3D city models. In order to address these challenges, this paper presents the process of development a semantic 3D model of the city of Sofia and its visual representation through a simple web application. As a pilot area, District "Vazrajthane" is selected, consisting of several neighbourhoods close to the center of the city. The 3D transformation of proprietary geospatial data into CityGML schema, covering building and terrain modules, is described. Further, the implementation of the web application for user interaction with the semantic 3D city model is presented. Its main features include silhouetting a single building on handling mouse events and showing relevant overlay content, displaying shadows and styling of buildings depending on their data attributes.

Transferability Assessment of Open-source Deep Learning Model for Building Detection on Satellite Data

Spasov, A., Petrova-Antonova, D., *Transferability Assessment of Open-source Deep Learning Model for Building Detection on Satellite Data*, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVI-4/W4-2021, 7

Резюме

През последните няколко десетилетия са проведени голям брой изследвания за разпознаване и локализиране на сгради въз основа на данни от дистанционно наблюдение и заснемане на земната повърхност. Повечето от по-новите аналитични модели използват невронни мрежи, които имат висока производителност в семантичната сегментация за разпознаване на сгради в сложни региони, каквато е градската среда. Заедно с това те изискват значително количество етикетирани данни за обучение в зависимост от разнообразието на целевите обекти, придобиването на които може да бъде скъпо и да отнеме значително време. Трансферното обучение е техника, която може да се използва за намаляване на необходимите данни и ресурси чрез използване на обучен модел за друга свързана задача. Освен това, при използване на данни и модели с отворен код се постига резултат на по-ниска цена. В тази статия се изследват предизвикателствата и проблемите на трансферното обучение при използването на предварително обучен модел за дълбоко обучение с отворен код за разпознаване на сгради от сателитно изображение.

Abstract

A great number of studies for identification and localization of buildings based on remote sensing data has been conducted over the past few decades. The majority of the more recent models make use of neural networks, which show high performance in semantic segmentation for the purpose of building detection even in complex regions like the city landscape. However, they could require a substantial amount of labelled training data depending on the diversity of objects targeted, which could be expensive and time consuming to acquire. Transfer Learning is a technique that could be used to reduce the amount of data and resources needed by applying knowledge obtained solving one problem to another one. In addition, if open-source data and models are used, this process is much more affordable. In this paper, the Transfer Learning challenges and issues are explored by utilizing an open-sourced pre-trained deep learning model on satellite data for building detection.

Data-Driven Insights on Secondary Education: A Case Study on Teachers' Demography and Qualification

Petrova-Antonova D., Georgieva, O., *Data-Driven Insights on Secondary Education: A Case Study on Teachers' Demography and Qualification*, 7th International Conference on Modelling and Development of Intelligent Systems, MDIS 2020, 22-24 October 2020, Communications in Computer and Information Science, Volume 1341, Pages 251-263, Springer Nature, ISSN: 18650929, https://doi.org/10.1007/978-3-030-68527-0_16, Ref SCOPUS, SJР (0.160 - 2020),

Резюме

Статията представя подход за анализ на демографски данни и данни за квалификацията на учители, базиран на веригата с добавена стойност на големите данни. Предложеният подход открива закономерности в застаряването на учителите като чувствителен фактор в образователния процес. Осигурен е надежден и холистичен набор от данни за анализ чрез прецизна предварителна обработка на суровите данни. Приложени са различни видове анализи на данните. Тъй като статистическият анализ не успява да открие всички съществуващи връзки, е предложен нетривиален подход за откриване на тенденции и връзки за трите основни възрастови групи на учителите. Данните са обогатени с допълнителна информация, при което е получена и представа за връзката между възрастовите групи на учителите и съответните административни райони и населени места. Идентифицираните образователни

тенденции и значими зависимости при възрастовите групи на учителите позволяват прилагане на предложения подход при формиране на политики в сферата на образованието.

Abstract

The paper presents an application approach based on Big Data Value Chain concept to data collected for teachers' demography and qualification. The proposed approach discovers and further enables to account for the teacher aging as a sensitive factor of the education process. The first step of the study ensures a reliable and holistic dataset by careful pre-processing of the raw data. Different types of data analysis have been applied in the analytical step. As the statistical analysis was not able to discover all existing relations a non-trivial approach was proposed to discover models and connections of the three main teachers' age groups. The analysis of linked data enriches the retrieved information by getting more insight at the relation between the teachers' groups and the municipality of the school they teach. By describing education tendencies and by modeling the significant dependencies of the teachers' age groups the proposed approach enables to reveal information useful for policies making.

CogniSoft: A Platform for Automation of Cognitive Assessment and Rehabilitation of Multiple Sclerosis

Petrova-Antonova D., Spasov, I., Petkova Y., Manova, I., Ilieva, S., *CogniSoft: A Platform for Automation of Cognitive Assessment and Rehabilitation of Multiple Sclerosis*, MDPI Journal of Computers 2020, Volume 9, Issue 4, Published: 16 November 2020, Pages 1-13, ISSN: 2073-431X. <https://doi.org/10.3390/computers9040093> (open access), Ref SCOPUS SJR (0.404 - 2020)

Резюме

Когнитивните разстройства остават основна причина за увреждане при множествена склероза (МС). Те водят до безработица, необходимост от асистент в ежедневието и лошо качество на живот. Разбирането на произхода, факторите, процесите и последствията от когнитивната увреждания е ключ към тяхната превенция, ранна диагностика и рехабилитация. Наред с клиничните и параклиничните изследвания, невропсихологично тестване и непрекъснатото наблюдение на когнитивния статус се препоръчват силно като част от цялостната оценка на пациентите с МС. За да се подобри разбирането за заболяването, е необходимо да се осъществи тясна връзка между фундаменталните, клиничните, епидемиологичните и социално-икономически изследвания. Ефективното споделяне на данни, тяхната стандартизирана обработка и свързването им с широкомащабни кохортни проучвания е предпоставка за трансфер на изследователските резултати в клиниките. В този контекст статията предлага софтуерна платформа за когнитивна оценка и рехабилитация на пациенти с МС, наречена CogniSoft. Платформата автоматизира теста Beck Depression Inventory (BDI-II) и диагностичните тестове Brief International Cognitive Assessment (BICAMS) за оценка на паметта и изпълнителните функции при МС, както и предоставя набор от игри за когнитивна рехабилитация, базирани на BICAMS. Представена е софтуерната архитектура на платформата, основни ѝ модули и технологиите, използвани за тяхната реализация. Специално внимание е отделено на разработването на когнитивни тестове за диагностика и рехабилитация. Тяхната автоматизация позволява по-добро възприятие, избягване на субективността при провеждане на класически хартиени тестове, лесно администриране и събиране на данни по унифициран начин. Последното допълнително осигурява възможност за анализ с помощта на статистически алгоритми и алгоритми за машинно обучение. Платформата CogniSoft е регистрирана като медицински софтуер от Изпълнителната агенция по лекарствата и в момента е внедрена в Неврологичната клиника на Националната кардиологична болница в София, България. Първите експерименти доказват

приложимостта на платформата, като показват, че тя спестява време и финансови ресурси, като същевременно осигурява обективност при интерпретацията на резултатите от когнитивните тестове.

Abstract

The cognitive disorders remain a major cause of disability in Multiple Sclerosis (MS). They lead to unemployment, need of daily assistant and poor quality of life. The understanding of the origin, factors, processes and consequences of cognitive disfunction is a key to its prevention, early diagnosis and rehabilitation. The neuropsychological testing and continuous monitoring of cognitive status as part of the overall evaluation of patients with MS in parallel with clinical and paraclinical examinations are highly recommended. In order to improve the health and disease understanding, a close linkage between fundamental, clinical, epidemiological and socio-economic research is required. Effective sharing of data, standardized data processing and the linkage of such data with large-scale cohort studies is a prerequisite for translation of research findings into the clinic. In this context, this paper proposes a software platform for cognitive assessment and rehabilitation of patients with MS, called CogniSoft. The platform automates the Beck Depression Inventory (BDI-II) test and the diagnostic tests for evaluation of memory and executive functions based on the nature of Brief International Cognitive Assessment for MS (BICAMS) as well as implements a set of games for cognitive rehabilitation, based on BICAMS. Its software architecture, core modules and technologies used for their implementation are presented. A special attention is given on the development of cognitive tests for diagnostic and rehabilitation. Their automation enables better perception, avoids bias as a result of conducting the classic paper tests of various neurophysiologists, provides easy administration and allows data collection in a uniform manner, which further enables analysis using statistical and machine learning algorithms. CogniSoft platform is registered as a medical software by the Bulgarian Drug Agency and it is currently deployed in the Neurological Clinic of the National Hospital of Cardiology in Sofia, Bulgaria. The first experiments prove the feasibility of the platform, showing that it saves time and financial resources, while providing subjectivity in the interpretation of the cognitive test results.

Air Quality Visual Analytics with Kibana

Petrova-Antonova D., Baychev, S., Pavlova, I., Pavlov, G., *Air Quality Visual Analytics with Kibana*, The 5th IEEE International conference on Smart and Sustainable Technologies. 23-26 September, 2020, ISBN: 978-953290105-4. <https://doi.org/10.23919/SpliTech49282.2020.9243708> Ref SCOPUS

Резюме

Последните проучвания показват, че краткосрочните колебания в нивата на замърсяване на въздуха са пряко свързани с болничния прием на пациенти с пневмония и бронхит. В допълнение, дългосрочното излагане на замърсен въздух причинява значителни здравословни проблеми, включително сърдечно-съдови заболявания, рак на белия дроб и респираторни заболявания като емфизем. Същевременно огромно количество данни за качеството на въздуха се събират от обществените системи за мониторинг в различни части на света. Един от надеждните източници на данни за качество на въздуха са официалните доклади на национално ниво. Други източници на данни са Европейската агенция по околна среда, агенцията за чист въздух в Азия, епидемиологичното проучване за глобалната заболяемост и редица статии по темата. Многомерната визуализация на такива значителни по обем данни, включително техните времеви детайли и пространствено разпределение, е предизвикателен въпрос. В отговор на това предизвикателство, статията предлага софтуерно решение за визуален анализ на данни за качеството на въздуха, използвайки потенциала на технологиите за големи данни. Представени са софтуерната архитектура, реализация с Elasticsearch и Kibana и реални резултати, получени от визуализацията на

данните. Осигуряването на визуален анализ чрез графики с множество перспективи предоставя възможност за по-интуитивно и информативно възприятие на данните за качеството на въздуха.

Abstract

The recent studies report that the short-term fluctuations of air pollution levels are directly related to the hospital admissions of patients with pneumonia and bronchitis. In addition, the long-term exposure to air pollution causes significant health problems, including cardiovascular disease, lung cancer and respiratory disease such as emphysema. At the same time, a huge amount of air quality data is collected by public air quality monitoring systems in different parts of the world. Official reporting from government is one of reliable sources of data. The European Environment Agency for Europe's Air Quality and Clean Air Asia databases, the Global Burden of Disease epidemiological study, and peer-reviewed journal articles are other sources. Multidimensional visualization of such big amounts of data, including temporal granularities and spatial distribution, is a challenging question. In order to address this challenge, the paper proposes a software solution for visual analytics of air quality data using the potential of Big Data technologies. Its architecture, implementation with Elasticsearch and Kibana, and actual results from data visualization are presented. The findings of the paper show that the proposed solution provides more intuitive perception and valuable insight through multi-perspective air pollution graphs.

A Digital Twin Platform for Diagnostics and Rehabilitation of Multiple Sclerosis

Petrova-Antonova D., Spasov, I., Krasteva, I., Manova, I., Ilieva, S., *A Digital Twin Platform for Diagnostics and Rehabilitation of Multiple Sclerosis*, The 20th International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA 2020), Cagliari, Italy, 1-4 June 2020. Theoretical Computer Science and General Issues, Eds. Gervasi, O., Murgante, B., Misra, S., Garau, C., Blečić, I., Taniar, D., Apduhan, B.O., Rocha, A.M.A.C., Tarantino, E., Torre, C.M., Karaca, Y. LNCS, Springer, Pages 503-518, ISSN: 03029743, https://doi.org/10.1007/978-3-030-58799-4_37, Ref SCOPUS SJR (0.249 - 2020)

Резюме

Приблизително 30 милиона души в цяла Европа са засегнати от редки болести. Мозъчните разстройства (включително, но не само тези, засягащи психичното здраве) остават основно предизвикателство. Разбирането на детерминантите и причините, процесите и въздействията на психичните разстройства е ключ към тяхното предотвратяване, ранно откриване и лечение, както и фактор за добро здраве и благополучие. За да се подобри разбирането за заболяването, е необходимо да се осъществи тясна връзка между фундаменталните, клиничните, епидемиологичните и социално-икономически изследвания. Ефективното споделяне на данни, тяхната стандартизирана обработка и свързването им с широкомащабни кохортни проучвания е предпоставка за трансфер на изследователските резултати в клиниките. В този контекст настоящата статия предлага платформа за изследване на поведенческите промени при пациенти с доказани когнитивни нарушения с фокус върху множествената склероза. За да се осигури възможност за задълбочен анализ на медицински данни с цел оценка на здравния статус, точно диагностициране и предложение за адекватно лечение, е адаптирана концепцията за „цифров двойник на пациент“ и са приложени технологиите за големи данни и изкуствен интелект. Платформата има два основни компонента. Първият е транзакционен компонент, осигуряващ функционалност за диагностика и рехабилитация на множествена склероза и действащ като основен доставчик на данни за втория компонент. Вторият аналитичен компонент е съвременен софтуерно приложение, което предоставя услуги за агрегиране, обогатяване, анализ и визуализация на данни, които

могат да се използват за извличане на нови знания и подпомагане на вземането на решения в отделните инстанции на транзакционния компонент.

Abstract

30 million people across Europe are affected approximately from rare diseases. The brain disorders (including, but not limited to those affecting mental health) remain a major challenge. The understanding of mental disorders' determinants and causes, processes and impacts is a key to their prevention, early detection and treatment as well as factor for good health and well-being. In order to improve the health and disease understanding, a close linkage between fundamental, clinical, epidemiological and socio-economic research is required. Effective sharing of data, standardized data processing and the linkage of such data with large-scale cohort studies is a prerequisite for translation of research findings into the clinic. In this context, this paper proposes a platform for exploration of behavioural changes in patients with proven cognitive disorders with a focus on Multiple Sclerosis. It adopts the concept of a digital twin by applying the Big Data and Artificial Intelligence technologies to allow for deep analysis of medical data to estimate human health status, accurate diagnosis and adequate treatment of patients. The platform has two main components. The first component, provides functionality for diagnostics and rehabilitation of Multiple Sclerosis and acts as a main provider of data for the second component. The second component is an advanced analytical application, which provides services for data aggregation, enrichment, analysis and visualization that will be used to produce a new knowledge and support decision in each instance of the transactional component.

Digital Twin Modeling of Smart Cities

Petrova-Antonova D., Ilieva S., *Digital Twin Modeling of Smart Cities*, In: Ahram T., Taiar R., Langlois K., Choplin A. (eds) Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications III. IHET, 27-29 August 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 1253, Springer, Cham, Pages 384-390, ISSN: 21945357, http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.1007/978-3-030-55307-4_58, Ref SCOPUS

Резюме

Интелигентните градове използват големите данни и интернет на нещата, за да осигурят по-добър живот на гражданите. Тъй като те са най-сложният човешки артефакт, адаптирането на такива технологии се превръща в сложна задача, изискваща непрекъснато събиране, агрегиране и анализ на данни. За да се трансформират проблемите на града в конкретни действия, е необходимо да се следва систематичен подход, насочен към цифрова трансформация. Значителни усилия се полагат за изграждане на информационни модели за унифицирано описание на градските обекти, техните взаимоотношения и подпомагане на вземането на решения. Това изисква създаване на обща база от знания, подкрепена от богати речници и онтологии, които да могат да се справят с информационното разнообразие и обем. В тази статия са представени методологична рамка и онтология от високо ниво за създаване на цифрови градски модели. Процесът на цифрово моделиране на града следва концепцията за „цифров градски двойник“, като предоставя възможност за вземане на решения, основани на данни. Предложената онтология от високо ниво има за цел да преодолее проблемите при моделирането на данните за града поради тяхното заключване в силози и липсата на семантична оперативна съвместимост.

Abstract

Smart cities utilize the Big Data and IoT to provide better life for citizens. Since, they are the most complicated human artifact, the adoption of such technologies become a complex task, requiring continuous data collection, aggregation and analysis. In order to transform city problems into concrete actions a systematic approach aimed at digital transition needs to be followed. There are huge efforts to build city information models

for encoding city objects, their relations and supporting the decision-making. This requires a common knowledge base, supported by rich vocabularies and ontologies that are capable to handle the information diversity and overload. In this paper a methodological framework and an upper-level ontology for building digital city models are presented. The process of digital city model-ing follows the concept of digital twin by providing a data-driven decision making. The proposed upper-level ontology aims to overcome city modeling problems due to data silos and lack of semantic interoperability.

Methodological Framework for Digital Transition and Performance Assessment of Smart Cities

Petrova-Antonova D., Ilieva, S., *Methodological Framework for Digital Transition and Performance Assessment of Smart Cities*, 4th International conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech2019), IEEE, 18-21 June 2019, Pages 1-6, ISBN: 978-953290091-0, <https://doi.org/10.23919/SpliTech.2019.8783170>, Ref SCOPUS

Резюме

Главната цел на интелигентните градове е да подобрят качеството на живот на гражданите в сценарий, при който технологичните решения задвижват градското управление. Въпреки това, знанието и рамката за използване на данни за създаване на интелигентните градове остават сравнително ограничени. Действителното превеждане на проблемите на градовете в конкретни действия изисква специфични методологии, които да управляват цифровата трансформация и оценяват до каква степен инициативите на интелигентните градове преследват целите за устойчиво развитие. Тази статия предлага методологична рамка за цифрово моделиране на градове, осигуряваща оценка на тяхната производителност и подпомагаща вземането на информирани решения. Моделът на града възприема концепцията за „цифров двойник“ като мощен инструмент за дискусия между заинтересованите страни и гражданите при идентифицирането на „най-интелигентните“ решения и получаването на ценна обратна връзка след тяхното внедряване. Методологичната рамка е представена като съвкупност от концепция за прилагане на цифров двойник, фази на цифровизация и стратегия за приложение. В допълнение са обобщени най-често срещаните градски информационни модели, подходящи за реализация на цифрови градски двойници.

Abstract

The ultimate goal of smart cities is to improve citizens' quality of life in a scenario where technological solutions challenge urban governance. However, the knowledge and framework for data use for smart cities remain relatively unknown. The actual translation of city problems into diverse actions requires specific methodologies to guide digital transitions of cities and to assess to what extent the smart cities' initiatives pursue sustainable development goals. This paper proposes a methodological framework for digital modelling of cities allowing assessment of their performance and supporting decision making. The city model adopts the concept of digital twin as a powerful tool for discussion between stakeholders, as well as citizens to find the smartest solutions and get valuable insight after their deployment. The methodological framework is presented as a set of digital twin concept, stages of digital twinning and implementation strategy. Furthermore, the most common city information models, suitable for implementation of digital twins are summarized.

Conceptual Architecture of GATE Big Data Platform

Petrova-Antonova D., Krasteva, I., Ilieva, S., Pavlova, I., *Conceptual Architecture of GATE Big Data Platform*, The 20th International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech'2019), ACM, 21-23

Резюме

Съвременното общество е управлявано от данни. Всички човешки дейности, промишлени процеси и изследвания водят до генериране на данни в огромен мащаб, стимулирайки производството на нови продукти и услуги и създаването на нови бизнеси. Големите данни и тяхното прилагане са стратегическа цел на Европейската комисия – в областта на големите данни са финансирани повече от 100 проекта по Седма рамкова програма и около 50 проекта по програма Хоризонт. Проектът GATE цели да създаде и поддържа в дългосрочен план Център за върхови постижения, който предоставя среда за провеждане на изследвания и иновации в областта на големите данни, подпомагани от технологична платформа GATE и лаборатории за иновации. Тази статия предлага концептуална архитектура на платформата GATE, която е холистична, симбиотична, отворена, непрекъснато развиваща се и интегрираща с данни. Тя следва модулен и базиран на компоненти дизайн, който позволява да се внедряват разнообразни софтуерни продукти и инструменти от различни доставчици. Платформата GATE ще даде възможност на стартиращи, малки и средни предприятия, големи компании и други организации в широк спектър от сектори да създават иновативни услуги и приложения, управлявани от данни. Използваемостта на предложената архитектура е доказана чрез разработване на примерно приложение за визуализация на времеви серии от данни. Архитектурата му следва предложената за платформата GATE архитектура, като необходимите компоненти са реализирани с отворен технологичен стек.

Abstract

Today we experience a data-driven society. All human activities, industrial processes and research lead to data generation of unprecedented scale, spurring new products, services and businesses. Big Data and its application have been a target for European Commission – with more than 100 FP7 and about 50 H2020 funded projects under Big Data domain. GATE project aims to establish and sustain in the long run a Centre of Excellence as collaborative environment for conducting Big Data research and innovation, facilitated by GATE platform and Innovation Labs. This paper proposes a conceptual architecture of GATE platform, that is holistic, symbiotic, open, evolving and data-integrated. It is also modular and with component-based design that allows to position a mix of products and tools from different providers. GATE platform will enable start-ups, SMEs and large enterprises, as well as other organizations in a wide range of sectors, to build advanced Data driven services and applications. The usability of the proposed architecture is proven through a development of a sample time series data visualization application. Its architecture follows the proposed one through implementation of required components using open technology stack.

Towards a Technological Platform for Transparent and Flexible Assessment of Smart Cities

Petrova-Antonova D., Ilieva, S., Pavlova, I., *Towards a Technological Platform for Transparent and Flexible Assessment of Smart Cities*, In Proc. of the 10th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management, Volume 1: KDIR, Pages 374-381 ISBN: 978-989-758-330-8, <https://doi.org/10.5220/0007230203740381>, Ref SCOPUS

Резюме

Концепцията за интелигентни градове е широко приета като мощен инструмент за подобряване на стандарта на живот във всички градски измерения. Интелигентните градове имат за цел да предоставят по-качествени услуги в областта на здравеопазването, транспорта, енергетиката и образованието, за да

повишат комфорта на своите граждани. Независимо дали е във фазата на планиране или изпълнение, ключов фактор за успех при изграждането на интелигентни градове е измерването на производителността на взетите решения и получаването на оценка за крайните резултати. Повечето градове възприемат концепцията за интелигентен град, много от тях работят по стратегии за нейното прилагане и все повече от тях предприемат конкретни действия за внедряване на „умни“ решения. Оттук възникват два въпроса: „Какви са предизвикателствата, за да стане градът интелигентен?“ и „Какво предприема градът, за да стане интелигентен?“. Отговорите изискват оценка на „умните услуги“, които градът предлага и социалния ефект от внедряването на „интелигентни решения“ по време на трансформацията от „интелигентен план“ към „интелигентен процес“. В този контекст статията предлага архитектура на технологична платформа за оценка на интелигентни градове. Основната цел е да се осигури прозрачна и гъвкава рамка от индикатори, която поддържа количествена оценка за напредъка при прилагането на стратегии за реализация на интелигентен град. В допълнение дава обратна връзка за ефективността на текущите политики, осигурява възможност за навременно и информирано вземане на решения и за по-добро разбиране на бъдещите предизвикателства на града. Описани са основните градивни компоненти на платформата, а именно хранилище за данни, уеб приложни програмни интерфейси и уеб потребителски интерфейс. Освен това е предложена класификационна схема на индикаторите, обхващаща шест основни тематични области в сферата на града.

Abstract

The concept of smart cities is widely accepted as a powerful tool to improve living standards in all city dimensions. Smart cities aim to provide better quality services in the field of health, transport, energy and education in order to increase the comfort of their citizens. Whether in the planning or implementation phase, a key success factor for building smart cities is measuring the productivity of the decisions and obtaining an assessment of the final results. Most cities perceive the smart city concept, many of them are working on strategies for its implementation and more and more of them take concrete actions for deployment of “smart” solutions. Two questions arise from this: “What are the challenges to become a smart city?” and “What the city undertakes to become smart?”. Their answers required assessment of the of city’s “smart services” and the social effect of deployment of “smart solutions” during the transformation from “smart” plan to “smart” process. In such a context, this paper proposes an architecture of technological platforms for assessment of city’s “smartness”. Its primary goal is to provide a transparent and flexible indicator framework that supports quantitative progress evaluation of smart city strategy implementation, feedback on efficiency of current policies, timely and informed decision making and increased understanding of future city challenges. The main building components of the platform, namely repository, web APIs and web user interface, are described. Additionally, a classification schema of indicators covering six main thematic areas is proposed.

Using Big Data Value Chain to Create Government Education Policies

Petrova-Antonova D., Ilieva, S., *Using Big Data Value Chain to Create Government Education Policies*, Proceeding of the 19th International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech'2018), Rousse, Bulgaria, 13-14 September 2018, Pages 42-49, ISBN: 978-1-4503-6425-6, <https://doi.org/10.1145/3274005.3274015>, Ref SCOPUS SJR (0.169 - 2018)

Резюме

Веригата с добавена стойност на големите данни предоставя възможност за откриване на тенденции, корелации и отклонения, скрити в наборите от данни. Тази статия изследва (1) възможните подходи за прилагане на веригата с добавена стойността на големи данни при вземането на решения в публичния сектор, по-специално в образованието; и (2) начините, по които тези подходи могат да бъдат

автоматизирани. Предложените аналитични модели могат да бъдат параметризирани въз основа на дяла отпадналите ученици от образователната система и броя на учениците с обучителни затруднения. Изследването е част от проект на Министерството на образованието и науката в България, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, който има за цел да повиши ангажираността на учениците в образователния процес.

Abstract

The Big Data Value Chain aims to discover patterns, correlations, and pattern deviations hidden in a dataset. This paper investigates (1) the possible approaches to applying Big Data Value Chain to decision making in the Public sector, specifically in Education; and (2) the ways in which such activities can be automated. The models created can be customized depending on a school's dropout rate and number of students with learning difficulties. This research is part of a current project at the Ministry of Education and Science (MES) of Bulgaria, funded by the Operational Programme Science and Education for Smart Growth which aims to increase student engagement.

Monitoring and Control of Vehicles' Carbon Emissions

Tsokov T., Petrova-Antonova D., *Monitoring and Control of Vehicles' Carbon Emissions*, In: Cabello E., Cardoso J., Maciaszek L., van Sinderen M. (eds) Software Technologies. ICSOFT 2017. Communications in Computer and Information Science, Volume 868, 2018, Springer, Cham, Pages 1-15, ISSN: 18650929, https://doi.org/10.1007/978-3-319-93641-3_11, Ref SCOPUS, SJR (0.168 - 2018)

Резюме

Комуникацията „машина с машина“, известна като Интернет на нещата (IoT), позволява на машините да се свързват с помощта на различни сензори и устройства. По този начин може да се осигури получаване на обратна връзка за управление на енергетиката, селското стопанство, транспорта и околната среда. Интернет на нещата предоставя възможност не само за създаване на нови бизнеси и инвестиции, но и за намаляване на въглеродните емисии. Създават се предпоставки за производството на високо автоматизирани и свързани превозни средства, които променят световния автомобилен пазар. Следвайки настоящите IoT тенденции, тази статия предлага решение за наблюдение в реално време на превозни средства и управление на техните въглеродни емисии, наречено EcoLogic. EcoLogic се състои от хардуерен модул и няколко приложения, предоставящи облачни услуги. Хардуерният модул е базиран на Arduino и Raspberry Pi вградени системи. Той измерва чрез сензори няколко физически параметъра или ги извлича от бордовата диагностична система на превозното средство за последващ анализ. Облачните услуги обработват входните данни, съхраняват ги в SAP HANA база от данни и ги анализират, за да предоставят обратна връзка с цел контролиране на въглеродните емисии.

Abstract

Machine-to-machine communication, known as Internet of Things (IoT), allows machines to connect using variety of sensors and devices. Thus, feedbacks to govern energy, agriculture, transportation and environment are able to be obtained. The IoT provides opportunity not only for creation of new businesses and investments, but for reduction of carbon emissions. It enables production of highly automated and connected vehicles that change the global automotive market. Following the current IoT trends, this paper proposes a solution for real-time monitoring of vehicles and control of carbon emissions, called EcoLogic. The EcoLogic is composed of hardware module and several applications providing cloud services. The hardware module is based on Arduino and Raspberry Pi embedded systems and measures several physical parameters by sensors or extracts them from

the onboard diagnostic system of the vehicle for further analysis. The cloud applications process the incoming data, store it into a SAP HANA database and analyze it to provide feedback and control of carbon emissions.

Smart Cities Evaluation – A Survey of Performance and Sustainability Indicators

Petrova-Antonova D., Ilieva, S., *Smart Cities Evaluation – A Survey of Performance and Sustainability Indicators*, 44th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), Prague, Czech Republic, 29-31 August 2018, Pages 486-493, ISBN-13: 978-1-5386-7382-9. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2018.00084>, Ref SCOPUS

Резюме

В днешно време градовете непрекъснато привличат нови жители и се превръщат в предпочитани места за живеене. Те предоставят по-качествени услуги в транспорта, здравеопазването и образованието в сравнение с извънградските райони. Културното разнообразие и туристическа привлекателност на градовете също са фактор за предпочитане на градовете. В същото време, поради урбанизацията градовете се сблъскват с много предизвикателства, засягащи както икономически аспекти, така и благосъстоянието на гражданите. Някои от тях, като по-високите цени на услугите и стоките, могат да бъдат директно измерени, а други, като замърсяване, задръствания и ограничени места за паркиране, са трудни за количествена оценка от гледан точка на цена. Тази статия изследва съществуващите рамки от индикатори за наблюдение и оценка на ефективността и устойчивостта на интелигентните градове. Представен е анализ на наличните индикатори за интелигентен град, който ги класифицира в шест тематични области, а именно интелигентна природа, интелигентен живот, интелигентна мобилност, интелигентно управление, интелигентни хора и интелигентна икономика.

Abstract

Nowadays, the cities continuously attract new residents and become preferable places to live. They provide better quality services in transportation, healthcare and education compared to villages. The cultural diversity and tourist attractiveness of the cities is also greater than the rural areas. At the same time, due to urbanization the cities meet a lot of challenges affecting both their economic performance and well-being. Some of them, like higher prices of services and goods might be directly measured, and others, such as pollution, traffic congestion and limited parking spaces, are difficult to quantify in term of cost. This paper examines the research efforts towards establishing a framework of indicators to monitor and assess the performance and sustainability of smart cities. It presents an analysis of the currently available smart city indicators (SCIs) by classifying them in six thematic areas, namely Smart Nature, Smart Living, Smart Mobility, Smart Governance, Smart People and Smart Economy.

Modelling of Educational Data Following Big Data Value Chain

Petrova-Antonova D., Georgieva, O., Ilieva, S., *Modelling of Educational Data Following Big Data Value Chain*, Proceeding of the 18th International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech'2017), Rousse, Bulgaria, 23-24 June 2017, ACM International Conference Proceeding Series, Part F132086, Pages 88-95, ISBN: 978-1-4503-5234-5. <https://doi.org/10.1145/3134302.3134335>, Ref SCOPUS SJR (0.159 - 2017)

Резюме

Големите данни привличат все по-голямо внимание сред академията, индустрията и гражданите. Това създава както възможности, така и предизвикателства за обществото като цяло. За да се получи Резюмета на рецензираните публикации на доц. д-р Десислава Петрова-Антонова

добавена стойност от големите данни, те трябва да бъдат обработени и анализирани по подходящ начин, а резултатите е необходимо да бъдат представени визуално, за да могат ефективно да подкрепят вземането на решения. Следвайки настоящите тенденции в развитието на големите данни, тази статия има за цел да докаже възможността за създаване на стойност от тях, като предложи нов аналитичен модел в областта на основното и средното образование в България. Моделът следва концепцията за веригата с добавена стойността на големите данни, за да групира училища в зависимост от концентрацията на ученици с обучителни затруднения и риск от преждевременно напускане на образователната система. Основната цел на предложения модел е да подпомага вземането на решения чрез трансформирането на информацията в интелигентност.

Abstract

Big Data is attracting increasing amount of attention among academy, industry and citizens. It poses both opportunities and challenges for society as a whole. In order to gain value from Big Data, it needs to be processed and analysed in an appropriate way, and the results have to be presented in a visual manner as to be able to effectively support decision making. Following the current trends in Big Data, this paper aims to prove the value-creation of Big Data by proposing a new data model in the field of the primary and secondary education in Bulgaria. It follows the Big Data Value Chain concept in order to group the schools depending on the concentration of students with learning deficits and risk of premature leaving the education system. The primary purpose of the proposed Data Model is to drive decisions by turning information into intelligence.

EcoLogic: IoT Platform for Control of Carbon Emissions

Tsokov, T., Petrova-Antonova, D., *EcoLogic: IoT Platform for Control of Carbon Emissions*, Proceeding of the 12th International conference on software technologies (ICSOFT), Volume 1, Madrid, Spain, 24-26 July 2017, Pages 178-185, ISBN: 978-989-758-262-2, <https://doi.org/10.5220/0006462201780185>, Ref SCOPUS

Резюме

Днес сензорите и Интернет на нещата (IoT) присъстват естествено в живота на хората. Милиарди интерактивни устройства обменят информация за различни обекти във физическия свят. IoT технологиите влияят върху бизнес процесите на всички основни индустрии като транспорт, производство, здравеопазване, селско стопанство и др. Заедно с положителното въздействие върху хората и индустрията, тези технологии осигуряват и ползи за околната среда. Те са признати като мощен инструмент в борбата срещу климатичните промени. По-специално, налице е значителен потенциал за спестяване на въглеродни емисии. В контекста на обещаващите области на приложение на IoT, тази статия предлага платформа, наречена EcoLogic, за наблюдение в реално време на превозни средства и откриване на нарастващи нива на въглеродни емисии. EcoLogic се състои от хардуерен модул, който събира сензорни данни за въглеродните емисии на превозните средства и облачни услуги за обработка, анализ и визуализация на данните. Основната ѝ цел е да контролира въглеродните емисии чрез интелигентни известия и ограничаване на мощността на превозното средство.

Abstract

Today, the sensors and the Internet of Things (IoT) presence naturally in the people's lives. Billions of interactive devices exchange information about variety of objects in the physical world. The IoT technologies affect the business processes of all major industries such as transportation, manufacturing, healthcare, agriculture, etc. Despite the fact that the IoT has a positive impact to both people and industry, it also provides benefits for the environment. The IoT is recognized as a powerful tool in the fight against climate change. More specially, it has a significant potential in saving carbon emissions. Taking into account the promising areas of IoT

application, this paper proposes a solution for real-time monitoring of vehicles and detection of rising levels of carbon emissions, called EcoLogic. The EcoLogic consists of hardware module that collects sensor data related to vehicles' carbon emissions and cloud based applications for data processing, analysis and visualisation. Its primary purpose is to control the carbon emissions through smart notifications and vehicle's power limitations.

Unified Connectivity of IoT Devices through Abstraction of Application Protocols

Petrova-Antonova D., Andreev, G., Ilieva, S., *Unified Connectivity of IoT Devices through Abstraction of Application Protocols*, Proceeding of the 7th International Conference on Information Communication and Management (ICICM 2017), Moscow, Russia, 28-30 August 2017, ACM International Conference Proceeding Series, Part F131202, Pages 56-61, ISBN: 978-1-4503-5279-6, <https://doi.org/10.1145/3134383.3134385>, Ref SCOPUS, SJR (0.159 - 2017)

Резюме

Интернет на нещата (IoT) идва със значителни ползи в човешкия живот и работа, но носи и много предизвикателства. Осигуряването на сигурност в IoT мрежата е основен приоритет. Свързаните устройства и данните, които обменят, трябва да бъдат защитени от уязвимости и неоторизиран достъп. Пълното приемане на IoT е възпрепятствано от съображения за поверителност и правни проблеми. В допълнение, липсата на поддръжка и стандарти за оперативна съвместимост не позволява на устройствата да комуникират по унифициран начин, за да предоставят услуги с добавена стойност за потребителите и индустрията. Бързият растеж на технологиите води до производство на голямо разнообразие от устройства, базирани на различни приложни протоколи, които трудно се интегрират без използване на посредници. Тази статия разглежда предизвикателствата на IoT, като предлага софтуерно решение за унифицирана свързаност на устройства чрез абстракция на приложния протокол. Решението е реализирано като базов слой от архитектурна рамка за интегриране на устройства с малък обхват.

Abstract

Internet of Things comes with significant benefits in human live and work, but it brings plenty of challenges. Providing security in the IoT network is a primary priority. The connected devices and the data they exchange need to be protected from vulnerabilities and unauthorized access. The full adoption of IoT is suppressed by privacy considerations and legal issues. In addition, the lack of interoperability support and standards prevents devices to communicate in a uniform manner in order to provide valuable services for users and industry. The fast growth of the technologies leads to production of wide variety of devices based on different application protocols that are hard to be connected without usage of intermediators. The paper addresses IoT challenges by proposing a solution for unified connectivity of devices through abstraction of the application protocol. The solution is implemented as a core layer of framework for integration of short range devices.

Internet of Things Framework for Smart Home Building

Ilieva S., Penchev A., Petrova-Antonova D., *Internet of Things Framework for Smart Home Building*, In: Chugunov A., Bolgov R., Kabanov Y., Kampis G., Wimmer M. (eds) Digital Transformation and Global Society. DTGS, 22-24 June 2016, Communications in Computer and Information Science, Volume 674. Springer, Cham, Pages 450-462, ISSN: 18650929, ISBN: 978-3-319-49700-6, https://doi.org/10.1007/978-3-319-49700-6_45, Ref SCOPUS, SJR (0.176 - 2016)

Резюме

Днес умният дом е най-разбираемата форма на Интернет на нещата (IoT). Комуникационните протоколи, позволяващи на устройствата да споделят данни и да отговарят на команди, използвайки малко мощност и безжична връзка, съществуват повече от десетилетие. Разнообразието от устройства и комуникационни протоколи, както и липсата на стандарти за тяхното производство правят изграждането на умни домове предизвикателна задача и води до необходимост от внедряване на интеграционни рамки. Тази статия отговаря на това предизвикателство, като предлага архитектурна рамка за интегриране на устройства с малък обseg, наречена smartFW. Тя действа като посредник между платформите, използвани от крайните потребители за управление на техните умни домове, и свързаните устройства в тези домове. Предложената архитектура е гъвкава и позволява да бъде разширявана с нови приложения и комуникационни протоколи, за да се осигури интегриране на широк спектър от устройства. Архитектурна рамка е базирана на стандарта OSGi и поддържа комуникационните протоколи Zigbee, EnOcean, KNX, X10, Z-Wave, както и приложните протоколи Coap, MQTT и XAMPP.

Abstract

Nowadays the smart home represents the most sensible form of the Internet of Things (IoT) world. The communication protocols allowing devices to share data and respond to commands using a little power and wireless connection exist over a decade. The variety of the devices and communication protocols as well as the lack of standards for their manufacturing make building of smart homes challenging task and leads to a need for implementation of integration frameworks. The paper addresses this challenge by proposing an IoT Framework for integration of short range devices, called smartFW. The smartFW framework acts as mediator between integration platforms used by the end users to control their smart homes and the connected devices in those homes. It has a flexible architecture allowing to be enriched with new application and communication protocols to enable integration of wide range of devices. The smartFW framework is based on the OSGi standard and currently supports Zigbee, EnOcean, KNX, X10, Z-Wave device communication protocols as well as Coap, MQTT and XAMPP application protocols.