

Abstract of PhD Thesis

# INTELLIGENT DATA PROCESSING AND ITS APPLICATIONS

Anikó Szilvia Vágner

Supervisors:

Katalin Juhász

Márton Ispány



Debreceni Egyetem  
Természettudományi Doktori Tanács  
Informatikai Tudományok Doktori Iskola

Debrecen  
2016

# 1 Introduction

Nowadays the rapidly increasing performance of hardware and the efficient intelligent scientific algorithms enable us to store and process big data. This tendency will offer more opportunities to get more and more information from the large amount of data. My thesis is only a precursor of this topic, because I did not have sufficient hardware and I had only a little data to be processed. However, all the topics of my thesis belong to the intelligent data processing.

In Chapter 2 of my thesis I introduce a new clustering algorithm named GridOPTICS, whose goal is to accelerate the well-known OPTICS density clustering technique. The density-based clustering techniques are capable of recognizing arbitrary-shaped clusters in a point set. The DBSCAN results in only one cluster set, but the OPTICS generates a reachability plot from which a lot of cluster sets can be read as a result without having to execute the whole algorithm again. I experienced that it is very slow for large data sets, so I wanted to find a solution to accelerate it. I wanted to see that the speed of the GridOptics is better than OPTICS, so I executed both the algorithms on several point sets.

In Chapter 3 of my thesis I introduce two new modules of the Cardiospy system of Labtech Ltd. On these two projects I worked together with István Juhász, László Farkas, Péter Tóth, and 4 students of the university, József Kuk, Ádám Balázs, Béla Vámosi, and Dávid Angyal.

Béla Kincs, who was the executive of the Labtech Ltd., wanted the Cardiospy system to be improved. He and his team surveyed what the demand of the users are in this area and how their software could be better. The Labtech Ltd. and the University of Debrecen worked together in two projects. In both cases the Labtech had early solutions for the algorithms, but they were inefficient and slow, the results could not be validated, or they gave insufficient results. Moreover, there were no visualization tools for either problems. The tasks of the team of the University of Debrecen were to give a quick algorithm and to create an interactive visualization interface for each problem.

The goal of the first module of Cardiospy is to cluster and visualize the long (up to 24-hours) recordings of ECG signals, because the manual evaluation of long recordings is a lengthy and tedious task. During this project I recognized that it is a very interesting topic to find out how the OPTICS can be accelerated with a grid clustering method independently, without any ECG signals.

The goal of the second module of Cardiospy is to calculate and visualize the steps of the blood pressure measurement and the values of blood pressure. The

recordings (which can contain a sequence of measurements) are collected by a microcontroller, but this module runs on a PC. With the help of the application the physicians can recognize the types of errors on the measurements and they can also find the noisy measurements.

In Chapter 4 I introduce how I applied an active learning method in a subject whose topic is database programming. I taught Oracle SQL and PL/SQL in the Advanced DBMS 1 subject, and I saw that the students do not practice at home. The prerequisites of this subject are the Programming language and the Database systems courses, so they are not absolute beginners in the field. I wanted to force the students to try out the programming tools independently, but with the help of the teacher.

To support the active learning method, an application had to be built. The application helps the teacher organize and monitor the tasks and their solutions of the students. Moreover the application can verify the syntax of the solutions before the students upload them. If the syntax is wrong, the student cannot upload it. This feature makes the task of the teacher easier.

To demonstrate whether the active learning method is good or not, I gathered and examined the results of the students during the 3 years when I used this method.

## **2 New results**

The abstract of the thesis presents new results grouped into four main statements. The first statement deals with a clustering method, the second one demonstrates an application of this clustering method, namely clustering of ECG signals, which can be considered as an application of the GridOPTICS clustering method. The third statement introduces the visualization of the steps of the blood pressure measurement, whereas the last statement demonstrates how the solutions of the students can easily be managed during an active learning method for database programming.

### **2.1 A clustering algorithm**

Cluster analysis is an important research field of data mining, which is applied on many other disciplines, such as pattern recognition, image processing, machine learning, bioinformatics, information retrieval, artificial intelligence, marketing, psychology, etc. The density-based clustering approach is capable of finding arbitrarily shaped clusters, but they have a disadvantage, namely it is hard to choose parameter values in order that the algorithm gives an appropriate result

(Gan et al., 2007). The OPTICS (Ankerst et al., 1999) clustering algorithm gives not only one result but a set of the results. It builds a reachability plot, namely it orders the input points, and it assigns a reachability distance to an input point. Based on the reachability plot, the algorithm can produce a lot of clustering results. Building the reachability plot is slow, but reading the clusters from the reachability plot is fast.

The OPTICS has a limitation, namely it has high complexity, which means that it is very slow for large datasets. (Yue et al., 2007) (Schneider and Vlachos, 2013)

***Statement A - The GridOPTICS clustering algorithm:*** *I introduced a new clustering algorithm named GridOPTICS which is a combination of a grid clustering technique and the OPTICS algorithm. For a large input point sets the GridOPTICS algorithm works with insignificant information loss and provides even one or more order of magnitude faster than the OPTICS algorithm. (Vágner, in press)*

The main idea of the GridOPTICS algorithm is to reduce the number of input points with a grid technique and then to execute the OPTICS algorithm on the grid structure. Based on the reachability plot, the clusters of the grid structure can be determined. In the end, the input points can be assigned to the clusters.

The experimental results show that the execution time can be faster with more orders of magnitude than OPTICS, which is very useful for large data sets. However, they also show that the GridOPTICS algorithm is less accurate than OPTICS.

## 2.2 Cardiology information system for ECG signals

The big data problem also appears in the medical area. Without intelligent information systems, the physicians cannot efficiently analyze mass data. The recent information technology has developed various techniques which can make the diagnosis faster. (Sörnmo and Laguna, 2005)

The Labtech Ltd. offers solutions for cardiologists. It possesses an information system named Cardiospy, which is used by many hospitals in Hungary and other countries. Most of its modules process medical signals. It has many functions which help recognize and manage cardiovascular illnesses (Labtech, 2015).

One of its modules is the ECG clustering module.

**Statement B - Clustering and visualization of ECG signals:** *We developed the ECG clustering and visualization module of Cardiospy software. The goal of the module is to cluster and visualize the long (up to 24-hours) recordings of ECG signals. In this way the cardiologists can easier find the heart beats which morphologically differ from the normal beats. (Vágner et al., 2011 A)*

On this project I worked together with László Farkas (Labtech Ltd.), István Juhász (Faculty of Informatics, University of Debrecen), and two students from the Faculty of Informatics, University of Debrecen, József Kuk and Ádám Balázs.

My contribution to this project was to implement the clustering algorithm and make it fast. The clustering algorithm is a special simpler version of the GridOPTICS algorithm. I also contributed to finding out how we can characterize the morphology of a heart beat using only a few features.

## 2.3 Cardiology information system for blood pressure measurement

In the public health care it is very common that a microcontroller calculates the result of oscillometric blood pressure measurements. It has only limited resources, such as memory and processor, moreover it can give only a little feedback about the measurement. This means that the result can be imprecise; it does not inform the patient and the physician appropriately. (Sorvoja, 2006)

Cardiospy software has another module, the blood pressure measurement module. It receives the recordings collected by the microcontroller. The recording can contain only one measurement or sequence of measurements created during 24 hours. Cardiospy runs on a PC, in this way the algorithm can use more resources (memory and processor), which means that it is faster and more precise. Additionally, it can visualize the whole process of the measurement.

**Statement C – Visualization of off-line processing of blood pressure measurements:** *We developed the blood pressure measurement module of Cardiospy software. The goal of the blood pressure measurement module is to calculate and visualize the values of blood pressure. (Vágner et al., 2014)*

The module determines the values of the blood pressure based on an oscillometric blood pressure measurement algorithm. The application visualizes the result of each step of the algorithm. The algorithm decides whether the result is acceptable and authentic based on the characteristic of the measurement.

The other part of the application helps in the validation process. It executes the blood pressure measurement algorithm on mass of the measurements each of

which has reference blood pressure values. The application shows the differences between the results of the algorithm and the values of reference and it helps to qualify the algorithm according to the international standards.

On this project I worked together with Péter Tóth (Labtech Ltd.), István Juhász (Faculty of Informatics, University of Debrecen), and two students from the Faculty of Informatics, University of Debrecen, Béla Vámosi and Dávid Angyal.

My contribution to this project was to construct and implement a signal processing algorithm which produces the blood pressure values and the pulse values of a measurement.

## 2.4 Education of database programming

In the education field you can also find intelligent data processing problems. If the teachers use an active learning method, they have to verify every single solution of the students. But a student will give not only one solution to a task, which means that the teacher can have a lot of duties. A software application can support the duties of the teacher who uses an active learning method in organizing the students, the tasks and the solutions, moreover, in following the performance of the students. In the case of education of programming the application can also help in the syntactic verification and it may also help in a kind of semantic verification.

I used active learning method during the Advanced Database Management Systems 1 course at the Faculty of Informatics, University of Debrecen. It is one of the subjects related to the database systems for Software Engineering BSc students. The students learn advanced SQL and PL/SQL in Oracle environment. The course consists of a 100 minute lecture and 100 minute laboratory practice per week. In the lecture the students get acquainted with the features of the Oracle database management system (DBMS). In the laboratory they practice the new material which they have learnt in the lecture.

The "learning by doing" or active learning method is well-known and applied in many fields in education. It works also in the education of computer science. Gogoulou et al. (2009) used a software application for exploratory and collaborative learning in the education of programming. Drake (2012) deals with experimental learning, but he points out that the active learning is not proper for every educational situation. In the area of database systems Ramakrishna (2000) describes an experimental education survey of the undergraduate education. His results show that his students prefer the experimental learning over the traditional tutorials. Moore et al. (2002) describe a relational database management system

course at Texas A & M University Corpus Christi that uses experimental learning. They receive a very good feedback from the students participating. Mason (2013) also presents experimental learning for teaching of database administration and software development at Regis University. His students indicated that the course was a successful experience that helped them to fine tune their technical skills and to develop new soft skills.

To support the active learning method in the subject I used a software application.

***Statement D – Active learning method for database programming:*** *I applied the "learning by doing" or active learning method in the education of advanced knowledge of database systems in Software Engineering BSc program in Hungary. To support the active learning method we developed a software system which helps administer the solutions, automatically verifies the syntax of them and helps the teacher to evaluate them. The laboratory results of the students are better if the teacher uses the active learning method, moreover, the results of voluntary survey show us that students like the active learning method and they would like it at other subjects, too. (Vágner, 2014), (Vágner, 2015)*

The first goal of the active learning method is to enable the students to use the PL/SQL and SQL as a skill, namely they will get a practical competence which can be immediately used in business. I as a teacher can rely on the previous programming and database knowledge of the students. In the lecture, the students get to know the material then they independently practice it in the laboratory. They get feedback for all their activities from the teacher.

The software system administrates the tasks given to the students and the solutions made by them, it helps both the teacher and the students to follow to performance of the students, and it checks whether the syntax of an uploaded solution is correct or not.

I summarized the results of three semesters when I used the active learning method. In a year, I compared the active learning method with the traditional method. I asked the students in a voluntary survey about the active learning method.

On the software, I worked together with József Kányási, who was one of my students. The idea, the design and the model of the software was mine and I implemented most part of its database side.

### 3 References

- Ankerst, M., Breunig, M. M., Kriegel, H.-P., and Sander, J. (1999) OPTICS: Ordering Points to Identify the Clustering Structure. *Proceedings of the 1999 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pp. 49–60.
- Drake, J. R. (2012). A critical analysis of active learning and an alternative pedagogical framework for introductory information systems courses. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 11, pp. 39-52.
- Gan, G., Ma, C., and Wu, J. (2007). *Data Clustering*. Philadelphia: SIAM, Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Gogoulou, A., Gouli, E., and Grigoriadou, M. (2009). Teaching programming with ECLiP didactical approach, *International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*, pp. 204-211.
- Labtech, Electrode placement, (2015). [online] Available at: [http://www.labtech.hu/downloads/productdoc/holter/Electrode\\_placement-eng.pdf](http://www.labtech.hu/downloads/productdoc/holter/Electrode_placement-eng.pdf) [Accessed 10 Oct. 2015].
- Mason, R. T. (2013). A database practicum for teaching database administration and software development at Regis University, *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 12, pp. 159-168.
- Moore, M., Binkerd, C., and Fant, S. (2002). Teaching web-based database application development: an inexpensive approach, *United States of America: Journal of Computing Sciences in Colleges*, 17(4), pp. 58-63.
- Ramakrishna, M. V. (2000). A learning by doing model for teaching advanced databases. *Proceedings of the Australasian conference on Computing education*, pp. 203-207.
- Schneider, J. and Vlachos, M. (2013). Fast parameterless density-based clustering via random projections. *Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Conference on Information & Knowledge Management*, pp. 861–866.
- Sörnmo, L. and Laguna, P. (2005). *Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications*. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Sorvoja, H. (2006). *Noninvasive Blood Pressure Pulse Detection and Blood Pressure Determination*. Oulu: University of Oulu.



Yue, S., Wei, M., Li, Y., and Wang, X. (2007). Ordering grids to identify the clustering structure. *Advances in Neural Networks – ISNN 2007*, 4492, pp. 612-619.

## 4 Related referred publications of the author

Vágner, A., Farkas, L., and Juhász, I. (2011 A). Clustering and visualization of ECG signals, *Third International Conference on Software, Services and Semantic Technologies - S3T 2011, Advances in Intelligent and Soft Computing*, 101, pp. 47-51.

Vágner, A., Vámosi B., and Juhász, I. (2014). Visualization and off-line processing of blood pressure signals. *Proceedings of the International Conference on Health Informatics*, pp. 393-398.

Vágner, A. (2014). Let's learn database programming in an active way, *Teaching Mathematics and Computer Science*, 12(2), pp. 213–228

Vágner, A. (2015). Software application for supporting the education of database systems. *Acta Didactica Napocensia*, 8(3), pp. 23-28.

Vágner, A. (in press). The GridOPTICS clustering algorithm. *Intelligent Data Analysis*, 20(5).

## 5 Related other publications of the author

Vágner, A., Juhász, I., Kuk, J., and Balázs, Á. (2011 B). Clustering of ECG signals. *International Conference on Applied Informatics*, Eger, II, pp. 129-137.

Juhász I., Vágner A., Balázs Á., és Kuk J. (2009. december 12.). QRS template készítése hosszú idejű EKG vizsgálatokhoz. *Kardiológiai termékekben használható kiértékelő algoritmusok kutatása és fejlesztése, konferencia nap*, Debrecen.

Juhász, I., Kósa, M., and Vágner, A. (2011). Teaching database systems at the Faculty of Informatics at the University of Debrecen. *International Conference on Applied Informatics*, Eger, II, pp. 9-15.

Vágner A.. (2011). Haladó adatbázis ismeretek oktatása a Debreceni Egyetem Informatikai Karán, *Informatika a Felsőoktatásban*, Eger, pp: 399-405.

Vágner A. (2013. január 25-27). A PL/SQL programozási nyelv szoftverrel támogatott oktatása. *Matematika és Informatika Didaktikai Konferencia (MIDK 2013)*, Nagyvárad.



Registry number: DEENK/252/2015.PL  
Subject: Ph.D. List of Publications

Candidate: Anikó Vágner  
Neptun ID: HJZSVS  
Doctoral School: Doctoral School of Informatics  
MTMT ID: 10038477

### List of publications related to the dissertation

#### Foreign language international book chapter(s) (1)

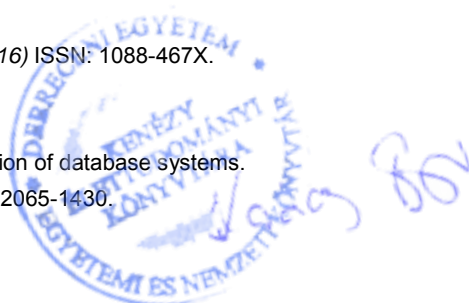
1. **Vágner, A.**, Farkas, L., Juhász, I.: Clustering and visualization of ECG signals.  
In: Third International Conference on Software, Services and Semantic Technologies, S3T 2011 [elektronikus dokumentum]. Ed.: Dicheva, Zdravko Markov, and Eliza Stefanova (eds.), Springer, Berlin ; Heidelberg, 47-51, cop. 2011.. ISBN: 9783642231636  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-23163-6>

#### Foreign language scientific article(s) in Hungarian journal(s) (1)

2. **Vágner, A.**: Let's learn database programming in an active way.  
*Teach. Math. Comp. Sci.* 12 (2), 213-228, 2014. ISSN: 1589-7389.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5485/TMCS.2014.0366>

#### Foreign language scientific article(s) in international journal(s) (2)

3. **Vágner, A.**: The GridOPTICS clustering algorithm.  
*Intelligent data analysis. "Accepted by Publisher"* (2016) ISSN: 1088-467X.  
IF:0.606 (2014)
4. **Vágner, A.**: Software application for supporting the education of database systems.  
*Acta Didact. Napocensia.* 8 (3), 23-28, 2015. E-ISSN: 2065-1430.





Foreign language conference proceeding(s) (2)

5. **Vágner, A.**, Vámosi, B., Juhász, I.: Visualization and off-line processing of blood pressure signals.  
In: Proceedings of the International Conference on Health Informatics. Ed.: Marta Bienkiewicz et al., SCITEPRESS, Setúbal, 393-398, 2014. ISBN: 9789897580109  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5220/0004892603930398>
  
6. **Vágner, A.**, Juhász, I., Kuk, J., Balázs, Á.: Clustering of ECG signals.  
In: Proceedings of the 8th International Conference on Applied Informatics : Eger, Hungary, January 27 - 30, 2010 : Volume 2. Ed.: Attila Egri-Nagy et al., [Eszterházy Károly Főiskola], [Eger], 129-137, [2011]. ISBN: 9789639894723

**List of other publications**

Hungarian book(s) (6)

7. **Vágner A.**, Juhász I.: Adatbázis-adminisztráció. Debreceni Egyetem, Debrecen, 155 p., 2011.
  
8. Loney K.; ford. Agócs L., Alfatter Z., Bara L., Borsi É.E., Juhász I., Mohai G., **Vágner A.**, Rákosi P., Román Á.: Oracle Database 10g: Teljes referencia. Panem, Budapest, 1448 p., 2006.  
ISBN: 9635454392
  
9. Sebesta R.W.; ford. Alfatter Z., Borsi É.E., Gábor Z., Juhász I., **Vágner A.**: A World Wide Web programozása. Panem, Budapest, 604 p., 2005. ISBN: 9635454201
  
10. Gábor A., Gunda L., Juhász I., Kollár L., Mohai G., **Vágner A.**: Az ORACLE és a web: Haladó ORACLE9i ismeretek. Panem, Budapest, 271 p., 2003. ISBN: 963545385X
  
11. Loney K., Koch G.; ford. Juhász I., Csordás A., Fajta R., **Vágner A.**: ORACLE 8i - Teljes referencia. Panem, Budapest, 536 p., 2001. ISBN: 9635453248
  
12. Abbey M., Corey M.J., Abramson I.; ford. Csordás A., Fazekas R., Juhász I., Kókai F., Mohai G., Rákosi P., **Vágner A.**: ORACLE 8i: Kézikönyv kezdőknek. Panem, Budapest, 621 p., 2001.



Foreign language Hungarian book chapter(s) (2)

13. **Vágner, A.**: Intelligent route planning system for car divers in a city.  
In: 6th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications CogInfoCom 2015 October 19-21, Széchenyi István University Győr, Hungary : Proceedings : [Elektronikus dokumentum]. Széchenyi István University, Győr, 551-556, 2015. ISBN: 9781467381284
14. Szabó, R., Farkas, K., Ispány, M., Benczúr, A.A., Bátfai, N., Jeszenszky, P., Laki, S., **Vágner, A.**, Kollár, L., Sidló, C., Besenczi, R., Smajda, M., Kövér, G., Szincsák, T., Kádek, T., Kósa, M., Adamkó, A., Lendák, I., Wiandt, B., Tomás, T., Nagy, A.Z., Fehér, G.: Framework for smart city applications based on participatory sensing.  
In: Proceedings of IEEE 4th International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom 2013). Szerk.: Baranyi Péter, IEEE, Budapest, 295-300, 2013. ISBN: 9781479915439  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/CogInfoCom.2013.6719260>

Foreign language scientific article(s) in Hungarian journal(s) (1)

15. Geda, G., **Vágner, A.**: Solving ordinary differential equation systems by approximation in a graphical way.  
*Ann. Math. Inf.* 33, 57-68, 2006. ISSN: 1787-5021.

Foreign language scientific article(s) in international journal(s) (2)

16. **Vágner, A.**, Zsakó, L.: Negative effects of learning spreadsheet management on learning database management.  
*Acta Didact. Napocensia.* 8 (2), 1-6, 2015. EISSN: 2065-1430.
17. Szincsák, T., **Vágner, A.**: Data structure to store GTFS data efficiently on mobile devices.  
*Journal of Computer Science and Software Application.* 1 (1), 27-41, 2014. ISSN: 2377-0430.

Hungarian conference proceeding(s) (2)

18. **Vágner A.**: Haladó adatbázis ismeretek oktatás a Debreceni Egyetem Informatikai Karán.  
In: Informatika a Felsőoktatásban 2011 Konferencia : Konferencia kiadvány : Debrecen, 2011. augusztus 24-26 : [Elektronikus dokumentum]. Szerk.: Cser László, Herdon Miklós, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Debrecen, 399-405, 2011. ISBN: 9789634734611



19. **Vágner A.**: Adatbázisrendszerek oktatása az Eszterházy Károly Főiskolán.

In: Informatika a felsőoktatásban, 2008 konferencia kiadvány : Előadás-összefoglalók és teljes előadást tartalmazó CD-melléklet : [elektronikus dokumentum] : Debrecen, 2008. augusztus 27-29. Szerk.: Pethő Attila, Herdon Miklós, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Debrecen, [8], 2008. ISBN: 9789634731290

Foreign language conference proceeding(s) (2)

20. Szincskák, T., **Vágner, A.**: Public transit schedule and route planner application for mobile devices.

In: Proceedings of the 9th International Conference on Applied Informatics January 29 - Februar 1, 2014. Eger, Hungary Volume II. Ed.: by Kovács Emőd, Kusper Gábor, Kunkli Roland, Tómacs Tibor, Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 153-161, 2014. ISBN: 9786155297182  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14794/ICAI.9.2014.2.153>

21. Juhász, I., Kósa, M., **Vágner, A.**: Teaching database systems at the Faculty of Informatics at the University of Debrecen.

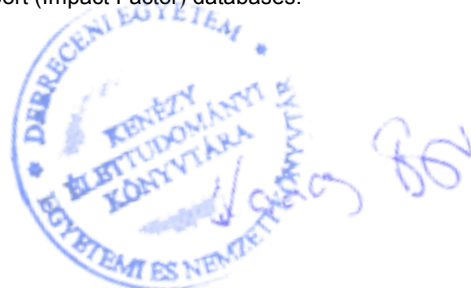
In: Proceedings of the 8th International Conference on Applied Informatics : Eger, Hungary, January 27 - 30, 2010. Ed.: Attila Egri-Nagy et al., [Eszterházy Károly Főiskola], [Eger], 9-15, [2011]. ISBN: 9789639894723

**Total IF of journals (all publications): 0,606**

**Total IF of journals (publications related to the dissertation): 0,606**

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of Web of Science, Scopus and Journal Citation Report (Impact Factor) databases.

08 December, 2015



Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

# INTELLIGENS ADATFELDOLGOZÁS ÉS ALKALMAZÁSAI

Vágner Anikó Szilvia

Témavezetők:

Dr. Nyakóné dr. Juhász Katalin

Dr. Ispány Márton



Debreceni Egyetem  
Természettudományi Doktori Tanács  
Informatikai Tudományok Doktori Iskola

Debrecen  
2016

# 1 Bevezetés

Napjainkban a hardver rohamosan növekvő teljesítménye és a hatékony intelligens tudományos algoritmusok lehetővé teszik a nagymennyiségű adatok tárolását és feldolgozását. Ez a tendencia egyre több lehetőséget fog nyújtani arra, hogy az adatok tömegéből értékes információt nyerjünk ki.

A dolgozatom csak az előfutára a témának, mivel az általam használt hardver nem volt igazán erős és az általam használt adatmennyiség korántsem éri el az igazán nagymennyiségű adatot. Azonban a dolgozat minden témája valamilyen módon az intelligens adatfeldolgozáshoz kapcsolódik.

A dolgozatom 2. fejezetében egy új klaszterező algoritmust, a GridOPTICS-ot mutatom be, amelynek a célja felgyorsítani a jól ismert OPTICS sűrűség alapú klaszterező algoritmust. A sűrűség alapú klaszterező módszerek képesek felismerni egy ponthalmazban a tetszőleges formájú klasztereket. A DBSCAN eredményképpen egy klaszterhalmazt ad, míg az OPTICS egy elérhetőségi térképet generál, amelyből eredményképp több klaszterhalmaz leolvasható anélkül, hogy a teljes algoritmust újra le kellene futtatni. Az a tapasztalat, hogy az OPTICS nagyon lassú nagyméretű adathalmazokon, ezért egy olyan megoldást kerestem, amely meggyorsítja az algoritmust. Megvizsgáltam, hogy a GridOPTICS sebessége jobb-e, mint az OPTICS-é, ezért mindkét algoritmust több ponthalmazra futtattam.

A dolgozatom 3. fejezetében a Labtech Kft. Cardiospy rendszerének két új modulját mutatom be. A két projekten Dr. Juhász Istvánnal, Farkas Lászlóval, Tóth Péterrel, és 4 egyetemi hallgatóval, Kuk Józseffel, Balázs Ádámmal, Vámosi Bélával, és Angyal Dáviddal dolgoztam együtt. Ez alatt a projekt alatt ismertem fel azt, hogy érdekes lehet megvizsgálni, hogy az OPTICS klaszterező algoritmust hogyan lehet egy rács előfeldolgozóval felgyorsítani.

Dr. Kincs Béla, a Labtech Kft. ügyvezető igazgatója kérte a Cardiospy továbbfejlesztését. Ő és a csapata felmérte, hogy mik a felhasználói igények a területen és azt, hogy hogyan lehetne a szoftvertermékük jobb. A Labtech Kft. és a Debreceni Egyetem közösen dolgozott együtt a két projekten. A Labtechnek mindkét esetben volt már valamilyen korai megoldása az algoritmusokra, de azok lassúak voltak, nem voltak hatékonyak, az eredményüket nem lehetett validálni, vagy nem megfelelő eredményt adtak. Ezen kívül nem volt vizualizációs eszközük egyik problémához sem. A Debreceni Egyetem csapatának a feladata az volt, hogy mindkét feladatra egy-egy gyors algoritmust állítson elő, illetve készítsen egy-egy interaktív vizualizációs interfészt.



A Cardiospy első moduljának célja az, hogy az EKG jelek hosszú (akár 24 óras) felvételeit klaszterezze és megjelenítse. A modul megkönnyíti a jelek kiértékelését, amely feladat manuálisan egy hosszú és unalmas munka lenne.

A Cardiospy második moduljának a célja az, hogy kiszámolja a vérnyomásértékeket és megjelenítse a vérnyomásmérés lépéseit. A felvételeket (amelyek mérések sorozatát tartalmazhatják) mikrovezérlő gyűjti, a modul azonban PC-n fut. A modul segítségével az orvos felismerheti a mérés hibáit és megtalálhatja a zajos felvételeket.

A dolgozat 4. fejezetében bemutatom, hogyan alkalmaztam az aktív tanulási módszert egy adatbázis-programozás témájú tantárgy során. A Haladó DBMS 1 tantárgy keretein belül Oracle SQL-t and PL/SQL-t tanítok, és úgy láttam, hogy a hallgatók nem igazán gyakorolnak otthon. A tantárgy előfeltételei a Magasszintű programozási nyelvek és az Adatbázisrendszerek, ezért mondhatjuk, hogy a hallgatók nem teljesen kezdők a területen. Rá akartam kényszeríteni a hallgatókat arra, hogy önállóan, de mégis tanári vezetéssel próbálják ki a programozási eszközöket.

Az oktatási módszer támogatására egy olyan alkalmazásra volt szükség, amely segít a feladatok és azok megoldásainak a szervezésében, nyomon követésében, illetve a hallgatók teljesítményének a megfigyelésében. Az alkalmazás kapott egy szintaktikai ellenőrzőt, amely megakadályozza a hallgatót abban, hogy olyan kódot töltsön fel, amely nem fut le. Ez az eszköz a tanári munkát teszi könnyebbé.

Az aktív tanulási módszer sikerességének bemutatására összegyűjtöttem és elemeztem azon hallgatói eredményeket, amelyeket az alatt a 3 év alatt gyűjtött, amikor ezt a módszert alkalmaztam.

## 2 Eredmények

A doktori értekezés eredményeit 4 fő tézisbe sorolhatjuk. Az első tézis a klaszterező algoritmussal foglalkozik, a második a klaszterezési algoritmus egy alkalmazásával, pontosabban az EKG jelek klaszterezésével és megjelenítésével. A harmadik tézis a vérnyomásmérés lépéseit és megjelenítését mutatja be, míg az utolsó azt mutatja be, hogy a hallgatók megoldásait hogyan lehet egyszerűen kezelni, ha az adatbázis-programozás oktatásában aktív tanulási módszert alkalmazunk.

## 2.1 A klaszterező algoritmus

A klaszteranalízis egy fontos adatbányászati kutatási terület, amelyet számos más tudományág alkalmaz, mint képfeldolgozás, mintafelismerés, gépi tanulás, bioinformatika, információkinyerés, mesterséges intelligencia, marketing, pszichológia. A sűrűség alapú klaszterező módszerek tetszőleges alakú klasztereket képesek felismerni. A hátrányuk az, hogy nehéz úgy megválasztani a paramétereiket, hogy az algoritmus megfelelő eredményt adjon. (Gan et al., 2007) Az OPTICS (Ankerst et al., 1999) klaszterező algoritmus nem csak egy eredményt ad, hanem egy eredményhalmazt. Egy elérhetőségi térképet épít fel, amelyben az input pontokat megfelelő sorrendbe rendezi és egy elérhetőségi távolságot rendel hozzájuk. Az elérhetőségi térkép alapján az algoritmus számos klaszterezési eredményt tud előállítani. Az elérhetőségi térkép felépítése egy lassú folyamat, de az eredményklasztereket gyorsan le lehet róla olvasni.

Az OPTICS-nak van egy hátránya, mégpedig az, hogy nagyon összetett, ami azt jelenti, hogy nagy adathalmazokra nagyon lassú. (Yue et al., 2007) (Schneider and Vlachos, 2013)

**A. Tézis – A GridOPTICS klaszterező algoritmus:** *A GridOPTICS nevű új klaszterező algoritmust mutatom be, amely egy rács alapú klaszterező és az OPTICS algoritmus kombinációja. Nagy számosságú input ponthalmaz esetén a GridOPTICS jelentéktelen információvesztés mellett dolgozik és akár egy vagy több nagyságrenddel gyorsabban fut, mint az OPTICS algoritmus. (Vágner, in press)*

A GridOPTICS algoritmus alapötlete az, hogy csökkentsük az input pontok számát egy rács technika segítségével, majd futtassuk az OPTICS algoritmust csak a rácsstruktúrán. Az elérhetőségi térkép alapján meghatározhatjuk a rácspontok klasztereit, végül az eredeti input pontokat hozzárendeljük a klaszterekhez.

A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a GridOPTICS futási ideje akár egy vagy két nagyságrenddel is kevesebb lehet, mint az OPTICS algoritmusé. Ez a gyorsítás nagyméretű adathalmazok esetén lehet nagyon hasznos. Azonban a kísérletek azt is megmutatták, hogy a GridOPTICS algoritmus kevésbé pontos az OPTICS algoritmuséhoz képest.

## 2.2 Kardiológiai információs rendszer EKG jelek feldolgozásához

A nagymennyiségű adatok problémája természetesen az orvostudomány területén is megjelenik. Intelligens információs rendszerek nélkül az orvosok nehezen

birkóznak meg a nagymennyiségű adattal. A jelenkori információtechnológia számos olyan módszert fejlesztett ki, amelynek a segítségével gyorsabban lehet meghatározni a diagnózist. (Sörnmo and Laguna, 2005)

A Labtech Kft. kardiológusoknak kínál megoldásokat. A Cardiospy nevű információs rendszerüket számos magyar és külföldi kórház használja. A rendszer legtöbb modulja orvosi jeleket dolgoz fel. Számos funkciója van, amelyek a szív és érrendszeri betegségek felismerését és kezelését segítik. (Labtech, 2015).

Az egyik modulja az EKG klaszterező és megjelenítő modul.

***B. Tézis – EKG jelek klaszterezése és megjelenítése:*** *A Cardiospy EKG klaszterező és megjelenítő modulját fejlesztettük. A modul célja, hogy hosszú (akár 24 óra alatt rögzített) EKG jeleket klaszterezzen és vizualizáljon. A modul segítségével a kardiológus a normál szívütésektől alakjában eltérő szívütéseket könnyebben találja meg. (Vágner et al., 2011 A)*

A projekten Farkas Lászlóval (Labtech Kft.), Dr. Juhász Istvánnal (Debreceni Egyetem, Informatikai Kar), és a Debreceni Egyetem Informatikai Karának két hallgatójával, Kuk Józseffel és Balázs Ádámmal dolgoztam együtt.

A projektben a feladatomban a klaszterező algoritmus implementálása és gyorsítása volt. A klaszterező algoritmus a GridOPTICS algoritmus egy speciális egyszerűbb változata. A projekt alatt azt is segítettem kitalálni, hogy egy szívütést hogyan tudunk csak néhány jellemzővel leírni.

## **2.3 Kardiológiai információs rendszer vérnyomásméréshez**

Az egészségügyben mindennapos, hogy egy mikrokontroller számolja ki az oszcillometriás vérnyomásmérések eredményét. Azonban a mikrokontrollereknek korlátozottak a memóriabeli és processzorbéli erőforrásai, illetve kevés visszajelzést tudnak adni a mérésről. Így a mérés pontatlan lehet, illetve nem tájékoztatja megfelelően a páciens és az orvost. (Sorvoja, 2006)

A Cardiospy rendszernek egy másik modulja mikrovezérlők által gyűjtött felvételeket kap. A felvételek egy mérést vagy több, akár 24 óra alatt rögzített mérések egy sorozatát tartalmazhatják. A Cardiospy PC-n fut, így az algoritmus több memóriabeli és processzorbéli erőforrást tud használni, így gyorsabb és pontosabb. Ezenkívül a mérés teljes feldolgozását meg tudja jeleníteni.

**C. Tézis – Vérnyomásmérések off-line feldolgozásának megjelenítése:**  
*A Cardiospy rendszer vérnyomásmérési modulját fejlesztettük. A modul célja, hogy kiszámolja és megjelenítse a vérnyomás értékeket. (Vágner et al., 2014)*

A modul meghatározza a vérnyomásértékeket egy oszcillometriás vérnyomásmérő algoritmus segítségével. Az alkalmazás megjeleníti az algoritmus egyes lépéseinek eredményeit. Az algoritmus a mérés jellemzőire alapozva dönt arról, hogy az eredmény elfogadható-e.

Az alkalmazás másik része a validációt segíti. Referencia vérnyomásértékekkel ellátott mérések tömegén futtatja a vérnyomásmérő algoritmust. Az alkalmazás megmutatja az algoritmus eredményei és a referenciaértékek közötti különbséget, illetve az alkalmazás segít ellenőrizni, hogy az algoritmus a nemzetközi szabványoknak megfelel-e.

A projekten együtt dolgoztam Tóth Péterrel (Labtech Ltd.), Dr. Juhász Istvánnal (Debreceni Egyetem, Informatikai Kar), és a Debreceni Egyetem Informatikai Karának két hallgatójával, Vámosi Bélával és Angyal Dáviddal.

A projektben a feladatom egy mérés vérnyomásértékeit és pulzusértékét előállító jelfeldolgozó algoritmus összeállítása és implementálása volt.

## 2.4 Adatbázis-programozás oktatása

Az oktatás területén is találhatunk intelligens adatfeldolgozási problémákat. Ha az oktató aktív tanulási módszert használ, akkor az oktatónak a hallgatók minden megoldását ellenőriznie kell. Egy hallgató egy feladatra azonban nem csak egy megoldást ad be. Ez azt jelenti, hogy az oktatónak a megoldások ellenőrzésével nagyon sok feladata van. Az aktív tanulási módszert használó oktatók munkáját egy alkalmazás segítheti a hallgatók, a feladatok és a megoldások adminisztrálásában és a hallgatók teljesítményének a követésében. A programozás oktatásakor az alkalmazás a szintaktikai ellenőrzésben is segíthet, és még esetleg egyszerű eszközökkel a szemantikai ellenőrzést is támogathatja.

Az aktív tanulási módszert a Debreceni Egyetem Informatikai Karán a Haladó DBMS 1 tantárgy során használtam, ahol a hallgatók haladó Oracle SQL és PL/SQL ismereteket tanulnak. A kurzus heti két óra előadásból és két óra laboratóriumi gyakorlatból áll. Az előadáson a hallgatók megismerkednek az Oracle adatbázis-kezelő rendszer eszközeivel, majd a laboron az előadáson tanult új tananyagot gyakorolják.

A "learning by doing" vagy az aktív tanulási módszer jól ismert és az oktatás számos területén alkalmazzák. Természetesen az informatika oktatásában is jól

működik. Gogoulou et al. (2009) szoftveralkalmazást használtak a programozás oktatásában felfedező és együttműködő tanulás támogatására. Drake (2012) tapasztalati tanulással foglalkozik, de a cikkében rámutat, hogy az aktív tanulás nem minden oktatási szituációban megfelelő. Az adatbázisrendszerek területén Ramakrishna (2000) egyetemi hallgatókon alkalmazott tapasztalati oktatás felmérését mutatja be. Az eredményei alapján a hallgatók előnyben részesítették a tapasztalati oktatást a hagyományos oktatással szemben. Moore et al. (2002) a Texas A & M University Corpus Christibeli relációs adatbázis-kezelő rendszerről szóló kurzust mutat be, amelyen ugyancsak tapasztalati tanulást alkalmazott. A résztvevő hallgatóktól nagyon jó visszajelzést kapott. Mason (2013) a Regis Egyetemen adatbázis-adminisztráció oktatásában használta a tapasztalati tanulást. A hallgatói visszajelzések azt mutatták, hogy a módszer sikeres volt, és segített a hallgatóknak finomítani a technikai tudásukat és új készségeket szerezni.

Az tantárgy aktív tanulásának támogatására egy szoftveralkalmazást használtam.

***D. Tézis – Az aktív tanulási módszer alkalmazása az adatbázis-programozás területén:*** *A "learning by doing" vagy aktív tanulási módszert alkalmaztam haladó adatbázisrendszer ismeretek oktatásában a magyarországi BSc képzésben. Az aktív tanulás támogatására egy szoftverrendszert készítettünk, amely segíti a megoldások adminisztrálását, automatikusan ellenőrzi a megoldások szintaktikáját, és segít az oktatóknak kiértékelni őket. A hallgatók laboratóriumi eredményei jobbak az aktív tanulási módszer alkalmazása esetén, illetve a kérdőívek eredményei megmutatták, hogy a tanulók szeretik az aktív tanulási módszert és más tárgyból is szívesen vennék. (Vágner, 2014), (Vágner, 2015)*

Az aktív tanulási módszer egyik célja az, hogy lehetővé tegye, hogy a hallgatók a PL/SQL-t és az SQL-t készség szinten használják, azaz olyan gyakorlati kompetenciát szerezzenek, amely azonnal használható a piacon. Oktatóként támaszkodhattam a hallgatók előzetes programozási és adatbázisrendszerekbeli ismereteire. Az előadáson a hallgatók megismerik az anyagot, amelyet önállóan gyakorolnak a laboratóriumi gyakorlaton. Az oktató minden feladatmegoldásukra visszajelzést ad.

A szoftverrendszer a feladatokat és a hallgatók megoldásait adminisztrálja és azt is lehetővé teszi, hogy mind az oktató és a hallgató kövesse a hallgató teljesítményét, illetve ellenőrzi, hogy a feltöltött megoldás szintaktikája helyes-e vagy sem.

Az aktív tanulási módszer 3 évének oktatási eredményeit foglaltam össze. Az egyik évben összehasonlítottam a hagyományos módszer eredményeit az aktív tanulási

módszer eredményeivel. A hallgatókat egy kérdőívben kérdeztem meg az aktív tanulási módszerről.

A szoftveren az egyik hallgatómmal, Kányási Józseffel dolgoztam együtt. A szoftvert én találtam ki és én terveztem meg, és az adatbázisbeli objektumok nagy részét én dolgoztam ki.

### 3 Irodalomjegyzék

- Ankerst, M., Breunig, M. M., Kriegel, H.-P., and Sander, J. (1999) OPTICS: Ordering Points to Identify the Clustering Structure. *Proceedings of the 1999 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pp. 49–60.
- Drake, J. R. (2012). A critical analysis of active learning and an alternative pedagogical framework for introductory information systems courses. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 11, pp. 39-52.
- Gan, G., Ma, C., and Wu, J. (2007). *Data Clustering*. Philadelphia: SIAM, Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Gogoulou, A., Gouli, E., and Grigoriadou, M. (2009). Teaching programming with ECLiP didactical approach, *International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*, pp. 204-211.
- Labtech, Electrode placement, (2015). [online] Available at: [http://www.labtech.hu/downloads/productdoc/holter/Electrode\\_placement-eng.pdf](http://www.labtech.hu/downloads/productdoc/holter/Electrode_placement-eng.pdf) [Accessed 10 Oct. 2015].
- Mason, R. T. (2013). A database practicum for teaching database administration and software development at Regis University, *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 12, pp. 159-168.
- Moore, M., Binkerd, C., and Fant, S. (2002). Teaching web-based database application development: an inexpensive approach, *United States of America: Journal of Computing Sciences in Colleges*, 17(4), pp. 58-63.
- Ramakrishna, M. V. (2000). A learning by doing model for teaching advanced databases. *Proceedings of the Australasian conference on Computing education*, pp. 203-207.
- Schneider, J. and Vlachos, M. (2013). Fast parameterless density-based clustering via random projections. *Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Conference on Information & Knowledge Management*, pp. 861–866.
- Sörnmo, L. and Laguna, P. (2005). *Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications*. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Sorvoja, H. (2006). *Noninvasive Blood Pressure Pulse Detection and Blood Pressure Determination*. Oulu: University of Oulu.

Yue, S., Wei, M., Li, Y., and Wang, X. (2007). Ordering grids to identify the clustering structure. *Advances in Neural Networks – ISNN 2007*, 4492, pp. 612-619.

## 4 Az értekezés témájához kapcsolódó referált közlemények

Vágner, A., Farkas, L., and Juhász, I. (2011 A). Clustering and visualization of ECG signals, *Third International Conference on Software, Services and Semantic Technologies - S3T 2011, Advances in Intelligent and Soft Computing*, 101, pp. 47-51.

Vágner, A., Vámosi B., and Juhász, I. (2014). Visualization and off-line processing of blood pressure signals. *Proceedings of the International Conference on Health Informatics*, pp. 393-398.

Vágner, A. (2014). Let's learn database programming in an active way, *Teaching Mathematics and Computer Science*, 12(2), pp. 213–228

Vágner, A. (2015). Software application for supporting the education of database systems. *Acta Didactica Napocensia*, 8(3), pp. 23-28.

Vágner, A. (in press). The GridOPTICS clustering algorithm. *Intelligent Data Analysis*, 20(5).

## 5 Az értekezés témájához kapcsolódó egyéb közlemények

Vágner, A., Juhász, I., Kuk, J., and Balázs, Á. (2011 B). Clustering of ECG signals. *International Conference on Applied Informatics*, Eger, II, pp. 129-137.

Juhász I., Vágner A., Balázs Á., és Kuk J. (2009. december 12.). QRS template készítése hosszú idejű EKG vizsgálatokhoz. *Kardiológiai termékekben használható kiértékelő algoritmusok kutatása és fejlesztése, konferencia nap*, Debrecen.

Juhász, I., Kósa, M., and Vágner, A. (2011). Teaching database systems at the Faculty of Informatics at the University of Debrecen. *International Conference on Applied Informatics*, Eger, II, pp. 9-15.



- Vágner A. (2011). Haladó adatbázis ismeretek oktatása a Debreceni Egyetem Informatikai Karán, *Informatika a Felsőoktatásban*, Eger, pp: 399-405.
- Vágner A. (2013. január 25-27). A PL/SQL programozási nyelv szoftverrel támogatott oktatása. *Matematika és Informatika Didaktikai Konferencia (MIDK 2013)*, Nagyvárad.



Nyilvántartási szám: DEENK/252/2015.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Vágner Anikó  
Neptun kód: HJZSVS  
Doktori Iskola: Informatikai Tudományok Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10038477

## A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

### Idegen nyelvű, külföldi könyvrészlet(ek) (1)

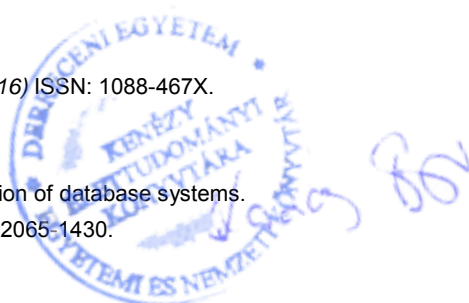
1. **Vágner, A.**, Farkas, L., Juhász, I.: Clustering and visualization of ECG signals.  
In: Third International Conference on Software, Services and Semantic Technologies, S3T 2011 [elektronikus dokumentum]. Ed.: Dicheva, Zdravko Markov, and Eliza Stefanova (eds.), Springer, Berlin ; Heidelberg, 47-51, cop. 2011.. ISBN: 9783642231636  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-23163-6>

### Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (1)

2. **Vágner, A.**: Let's learn database programming in an active way.  
*Teach. Math. Comp. Sci.* 12 (2), 213-228, 2014. ISSN: 1589-7389.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5485/TMCS.2014.0366>

### Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (2)

3. **Vágner, A.**: The GridOPTICS clustering algorithm.  
*Intelligent data analysis. "Accepted by Publisher" (2016)* ISSN: 1088-467X.  
IF:0.606 (2014)
4. **Vágner, A.**: Software application for supporting the education of database systems.  
*Acta Didact. Napocensia.* 8 (3), 23-28, 2015. EISSN: 2065-1430.





Idegen nyelvű konferencia közlemény(ek) (2)

5. **Vágner, A.**, Vámosi, B., Juhász, I.: Visualization and off-line processing of blood pressure signals.  
In: Proceedings of the International Conference on Health Informatics. Ed.: Marta Bienkiewicz et al., SCITEPRESS, Setúbal, 393-398, 2014. ISBN: 9789897580109  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5220/0004892603930398>
6. **Vágner, A.**, Juhász, I., Kuk, J., Balázs, Á.: Clustering of ECG signals.  
In: Proceedings of the 8th International Conference on Applied Informatics : Eger, Hungary, January 27 - 30, 2010 : Volume 2. Ed.: Attila Egri-Nagy et al., [Eszterházy Károly Főiskola], [Eger], 129-137, [2011]. ISBN: 9789639894723

**További közlemények**

Magyar nyelvű könyv(ek) (6)

7. **Vágner A.**, Juhász I.: Adatbázis-adminisztráció. Debreceni Egyetem, Debrecen, 155 p., 2011.
8. Loney K.; ford. Agócs L., Alfatter Z., Bara L., Borsi É.E., Juhász I., Mohai G., **Vágner A.**, Rákosi P., Román Á.: Oracle Database 10g: Teljes referencia. Panem, Budapest, 1448 p., 2006. ISBN: 9635454392
9. Sebesta R.W.; ford. Alfatter Z., Borsi É.E., Gábor Z., Juhász I., **Vágner A.**: A World Wide Web programozása. Panem, Budapest, 604 p., 2005. ISBN: 9635454201
10. Gábor A., Gunda L., Juhász I., Kollár L., Mohai G., **Vágner A.**: Az ORACLE és a web: Haladó ORACLE9i ismeretek. Panem, Budapest, 271 p., 2003. ISBN: 963545385X
11. Loney K., Koch G.; ford. Juhász I., Csordás A., Fajta R., **Vágner A.**: ORACLE 8i - Teljes referencia. Panem, Budapest, 536 p., 2001. ISBN: 9635453248
12. Abbey M., Corey M.J., Abramson I.; ford. Csordás A., Fazekas R., Juhász I., Kókai F., Mohai G., Rákosi P., **Vágner A.**: ORACLE 8i: Kézikönyv kezdőknek. Panem, Budapest, 621 p., 2001.



Idegen nyelvű, hazai könyvrészlet(ek) (2)

13. **Vágner, A.**: Intelligent route planning system for car divers in a city.  
In: 6th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications CogInfoCom 2015 October 19-21, Széchenyi István University Győr, Hungary : Proceedings : [Elektronikus dokumentum]. Széchenyi István University, Győr, 551-556, 2015. ISBN: 9781467381284
14. Szabó, R., Farkas, K., Ispány, M., Benczúr, A.A., Bátfai, N., Jeszenszky, P., Laki, S., **Vágner, A.**, Kollár, L., Sidló, C., Besenczi, R., Smajda, M., Kövér, G., Szincsák, T., Kádek, T., Kósa, M., Adamkó, A., Lendák, I., Wiandt, B., Tomás, T., Nagy, A.Z., Fehér, G.: Framework for smart city applications based on participatory sensing.  
In: Proceedings of IEEE 4th International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom 2013). Szerk.: Baranyi Péter, IEEE, Budapest, 295-300, 2013. ISBN: 9781479915439  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/CogInfoCom.2013.6719260>

Idegen nyelvű közlemény(ek) hazai folyóiratban (1)

15. Geda, G., **Vágner, A.**: Solving ordinary differential equation systems by approximation in a graphical way.  
*Ann. Math. Inf.* 33, 57-68, 2006. ISSN: 1787-5021.

Idegen nyelvű közlemény(ek) külföldi folyóiratban (2)

16. **Vágner, A.**, Zsakó, L.: Negative effects of learning spreadsheet management on learning database management.  
*Acta Didact. Napocensia.* 8 (2), 1-6, 2015. EISSN: 2065-1430.
17. Szincsák, T., **Vágner, A.**: Data structure to store GTFS data efficiently on mobile devices.  
*Journal of Computer Science and Software Application.* 1 (1), 27-41, 2014. ISSN: 2377-0430.

Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (2)

18. **Vágner A.**: Haladó adatbázis ismeretek oktatás a Debreceni Egyetem Informatikai Karán.  
In: Informatika a Felsőoktatásban 2011 Konferencia : Konferencia kiadvány : Debrecen, 2011. augusztus 24-26 : [Elektronikus dokumentum]. Szerk.: Cser László, Herdon Miklós, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Debrecen, 399-405, 2011. ISBN: 9789634734611



19. **Vágner A.**: Adatbázisrendszerek oktatása az Eszterházy Károly Főiskolán.

In: Informatika a felsőoktatásban, 2008 konferencia kiadvány : Előadás-összefoglalók és teljes előadást tartalmazó CD-melléklet : [elektronikus dokumentum] : Debrecen, 2008. augusztus 27-29. Szerk.: Pethő Attila, Herdon Miklós, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Debrecen, [8], 2008. ISBN: 9789634731290

Idegen nyelvű konferencia közlemény(ek) (2)

20. Szincsák, T., **Vágner, A.**: Public transit schedule and route planner application for mobile devices.

In: Proceedings of the 9th International Conference on Applied Informatics January 29 - Februar 1, 2014. Eger, Hungary Volume II. Ed.: by Kovács Emőd, Kusper Gábor, Kunkli Roland, Tómacs Tibor, Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 153-161, 2014. ISBN: 9786155297182  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14794/ICAI.9.2014.2.153>

21. Juhász, I., Kósa, M., **Vágner, A.**: Teaching database systems at the Faculty of Informatics at the University of Debrecen.

In: Proceedings of the 8th International Conference on Applied Informatics : Eger, Hungary, January 27 - 30, 2010. Ed.: Attila Egri-Nagy et al., [Eszterházy Károly Főiskola], [Eger], 9-15, [2011]. ISBN: 9789639894723

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 0,606**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 0,606**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2015.12.08.

