

Progress and Reflections of International Cartographic Education: A Bibliometric Analysis of ICCs Literatures Since 2000

Tao WANG

Capital Normal University, West 3rd Ring, North Road 105, 100048 Beijing, China
Chair, The ICA Education and Training Commission
wangt@cnu.edu.cn

Abstract. With the development of geospatial information science and technology and applications in numerous areas, cartography and geospatial information education is becoming increasingly more important in training graduates equipped with new capacities. Cartography and geospatial information education are crucial to cartography and geospatial information science, as a discipline and a profession. The contents have always gradually been changing, as well as corresponding effective approaches to deliver sustainable and resilient education. In the new normal era of post COVID-19, summaries and reflections on the progress of available practices and theories can support better design of effective and quality education. In this paper, the conference papers and abstracts on educational topics published in the last 10 International Cartography Conferences are used to trace the path that educators in cartography and geospatial information have gone through. Bibliometric analysis is conducted on educational topics, authors, and regions. A domain term knowledge map is drawn showing that the number of publications on education in the International Cartography Conferences has been increasing. The geographic distribution of authors is very concentrated, with authors from European countries contributing about 50% of the publications and those from the top ten countries contributing 60%. Works in many other regions are less reported. The research topics are mainly focused on undergraduate and graduate education in geographic information systems, secondary education, education atlas, learning theories, learning environmental design, online education, etc. Pedagogies and experience of distance learning and online education in the last 20 years have been well applied. However best practices of online and distance education are rarely reported to support effective new normal education in the context of COVID-19 pandemics.

Keywords: Cartography, geographic information science, education and training, online learning, bibliometrics

1 Introduction

A map has been defined in many forms (Lapaine et al. 2021) since its emergence and its forms have been evolving with the development of human civilization. As a navigation tool for hunters and gatherers from the very beginning, it has been crucial for human spatial cognition, thinking and understanding of the world throughout history and nowadays (Malczewski 2006). Cartography has been developing rapidly with the industrial revolution and information revolution, during which new forms of maps and geographic information systems (GIS) have evolved

and facilitated novel applications in the digital economy. Education is the cornerstone of the development of cartography and geographic information science, both as a discipline and a profession. With the development of surveying and mapping, geography, computer science, psychology and other related disciplines, cartography education theories and methods have been undergoing profound changes concerning both the contents and ways of delivering. The COVID-19 pandemic over the last more than two years has been shaping the way educators transfer knowledge and experience conventionally in schools. Online teaching and distance learning have had

Napredak i odrazi međunarodnog kartografskog obrazovanja: Bibliometrijska analiza literature ICC-a od 2000.

Tao WANG

Capital Normal University, West 3rd Ring, North Road 105, 100048 Beijing, China
Predsjedavajući Povjerenstva za obrazovanje i osposobljavanje ICA-e
wangt@cnu.edu.cn

Članak je na hrvatski jezik preveo V. Lapaine.
The paper was translated into Croatian by V. Lapaine.

Sažetak. S razvojem znanosti i tehnologije o geoprostornim informacijama i primjenama u brojnim područjima, obrazovanje o kartografiji i geoprostornim informacijama postaje sve važnije u osposobljavanju diplomanata opremljenih novim sposobnostima. Obrazovanje za kartografiju i geoprostorne informacije ključno je za kartografiju i geoprostornu informacijsku znanost kao disciplinu i profesiju. Sadržaji su se uvijek postupno mijenjali, kao i odgovarajući učinkoviti pristupi za pružanje održivog i elastičnog obrazovanja. U novoj normalnoj eri, nakon bolesti COVID-19, sažetci i razmišljanja o napretku dostupnih praksi i teorija mogu podržati bolji dizajn učinkovitog i kvalitetnog obrazovanja. U ovom se radu za praćenje puta koji su prošli edukatori kartografije i geoprostornih informacija koriste konferencijski radovi i sažetci o obrazovnim temama objavljeni na posljednjih 10 međunarodnih kartografskih konferencija. Bibliometrijska se analiza provodi prema obrazovnim temama, autorima i regijama. Nacrtna je karta znanja pojmova domene koja pokazuje da se broj publikacija o obrazovanju na međunarodnim kartografskim konferencijama povećava. Geografska je distribucija autora vrlo koncentrirana, s autorima iz europskih zemalja koji doprinose oko 50% publikacija, a onima iz prvih deset zemalja koji doprinose 60%. O radovima u mnogim drugim regijama manje se izvještava. Teme istraživanja uglavnom su usmjerene na preddiplomsko i diplomsko obrazovanje o geografskim informacijskim sustavima, srednjoškolsko obrazovanje, obrazovne atlase, teoriju učenja, učenje dizajna okoliša, online obrazovanje itd. Pedagogija i iskustvo učenja na daljinu te online obrazovanje u posljednjih 20 godina dobro su primijenjeni. Međutim, rijetko se navodi da najbolje prakse online obrazovanja i obrazovanja na daljinu podržavaju učinkovito novo normalno obrazovanje u kontekstu pandemije COVID-19.

Ključne riječi: Kartografija, geografska informacijska znanost, obrazovanje i osposobljavanje, online učenje, bibliometrija

1. Uvod

Od svog je nastanka karta definirana na mnogo načina (Lapaine et al. 2021), a njezini su oblici evoluirali s razvojem ljudske civilizacije. Kao navigacijski alat za lovce i sakupljače od samih je početaka bio ključan za ljudsku prostornu spoznaju, razmišljanje i razumijevanje svijeta kroz povijest i u današnje doba (Malczewski 2006). Kartografija se

ubrzano razvijala s industrijskom i informacijskom revolucijom tijekom kojih su se razvili novi oblici karata i geoinformacijskih sustava (GIS) i omogućili nove primjene u digitalnom gospodarstvu. Obrazovanje je kamen temeljac razvoja kartografije i geografske informacijske znanosti - i kao discipline i kao struke. S razvojem geodezije i kartiranja, geografije, informatike, psihologije i drugih srodnih disciplina, teorije i metode kartografskog obrazovanja

a profound impact on the education. Educators, school management and government administration at all levels need to look at what has been happening and reflect on how resilient and sustainable education should be in the future. Based on an analysis of cartography educators' work in International Cartographic Conferences (ICCs), we would like to summarize the practices and experiences over in the last two decades and make a brief reflection over cartography and geospatial information education next.

In order to trace the progress and development of specific research fields, the most direct method is to conduct a literature review on the existing articles and reports related to the target fields. For example, Malczewski collected articles related to geographic information systems and multivariate decision analysis, and carried out classified research from the perspective of article source, geospatial information composition, multivariate decision analysis composition, etc. (Gurevitch et al. 2018). This method is straightforward but lacks quantitative indicators and is inefficient and subjective to some degree. At present, another commonly used method is meta-analysis in scientific research fields (Malczewski 2006) or building domain knowledge maps and conducting analysis through bibliometrics (Chen 2017). Bibliometrics takes articles and documents as research objects and uses mathematical statistics methods to study the distribution structure and quantitative relationship of documents, so that relevant structural characteristics and development patterns of science and technologies can be explored. Bibliometric analysis has become an important tool to quantitatively summarize the development of an academic field and reveal its future research trends. CiteSpace is one of the most commonly used bibliometric software at present (Chen 2017). In bibliometrics, word frequency distribution and document authors' distribution are the basic analysis contents. Word frequency distribution analysis is used to determine research hotspots and research trends of disciplines or industries by analysing word frequency in literatures. The distribution analysis of literature authors can expose relationships between authors and their papers and presents distribution patterns of authors of scientific papers. Fellnhöfer (2019) searched the literature on entrepreneurship and innovation education in the past 40 years in the Web of Science and Scopus databases, conducted taxonomic research, and extracted research hotspots through keyword visual analysis.

Articles on cartography and geospatial information education can be found in various academic journals. The International Cartographic Conference (ICC), held every two years, is the most influential event in cartography and geospatial information system and science. Education is one of the core topics continuously receiving a good

number of submissions. The academic articles and abstracts on education in the past ICCs report the latest practices, experiences and pedagogical thinking of educators at their corresponding time, which can be taken as agents to reconstruct the path that cartography education has gone through. Therefore, abstracts and articles archived in the last 10 ICCs from 2001 to 2019 are used in this paper for a bibliometric analysis of international cartography education according to key words. Reflections and suggestions are made in the last section.

2 Data and Method

The International Cartographic Association (ICA), founded in 1959 (ICA 2022), is the only international academic organization in the field of cartography and an organizational member of the UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management. The purpose of ICA is to promote the discipline and career development of international cartography and geographic information science. Its tasks include ensuring the effective role of cartography and geographic information science in global problem solving, promoting the application of international geospatial information in the environment, economy and society, promoting scientific and technological cooperation and exchange, and promoting the development of cartography and geospatial information education, and knowledge transfer to the largest extent. At present, ICA has more than 70 member states, and 28 professional committees.

The biennial academic conferences have become the most representative academic events in cartography and GIS. The ICA Commission on Education and Training (CET) has organized various forms of education and training activities in developing countries such as those in Asia and Africa, promoting the dissemination of theoretical knowledge and practical experience of cartography and geospatial information. Most of the participants of each academic conference come from universities, and scientific research institutes around the world. The sessions on the topic of education normally receive many contributions. And the number of education sessions normally ranks top among all themes. The topics and contents of the articles on cartography and geospatial information education are very wide, including training programmes for professional cartographic and geospatial information technicians carried out by national research institutes, training programmes for undergraduates and postgraduates, design and implementation of cartographic related courses, evaluation of secondary school education atlases and GIS lab works, and systematic design of education atlas. Ideas on future development of cartography education appear periodically.

prolazile su kroz duboke promjene, kako u pogledu sadržaja, tako i načina izvođenja. Pandemija bolesti COVID-19 u posljednje je više od dvije godine oblikovala način na koji nastavnici konvencionalno prenose znanje i iskustvo u školama. Internetska nastava i učenje na daljinu imali su dubok utjecaj na obrazovanje. Nastavnici, uprava škola i državna uprava na svim razinama trebaju sagledati što se događa i razmisliti o tome koliko bi elastično i održivo obrazovanje trebalo biti u budućnosti. Na temelju analize rada nastavnika kartografije na međunarodnim kartografskim konferencijama željeli bismo sažeti praksu i iskustva u posljednjim dvama desetljećima i kratko se osvrnuti na obrazovanje o kartografiji i geoprostornim informacijama.

Kako bi se pratio napredak i razvoj specifičnih istraživačkih područja, najizraavnija je metoda provođenje pregleda literature o postojećim člancima i izvještajima koji se odnose na ciljna polja. Na primjer, Malczewski je prikupio članke koji se odnose na geoinformacijske sustave i multivarijantnu analizu odluka te proveo klasificirano istraživanje iz perspektive izvora članka, sastava geoprostornih informacija, sastava multivarijantne analize odlučivanja itd. (Gurevitch i dr. 2018). Ta je metoda jednostavna, ali joj nedostaju kvantitativni pokazatelji pa je neučinkovita i donekle subjektivna. Trenutačno je meta-analiza još jedna metoda koja se često koristi u područjima znanstvenog istraživanja (Gurevitch i dr. 2018) ili izradi karata znanja domene i provođenja analize putem bibliometrije (Chen 2017). Bibliometrija uzima članke i dokumente kao objekte istraživanja i koristi metode matematičke statistike za proučavanje distribucijske strukture i kvantitativnog odnosa dokumenata, tako da se mogu istražiti relevantne strukturne karakteristike i obrasci razvoja znanosti i tehnologije. Bibliometrijska je analiza postala važan alat za kvantitativno sažimanje razvoja nekog akademskog polja i otkrivanje njegovih budućih istraživačkih trendova. CiteSpace je trenutačno jedan od najčešće upotrebljivanih bibliometrijskih softvera (Chen 2017). U bibliometriji, distribucija učestalosti riječi i distribucija autora dokumenata osnovni su sadržaj analize. Analiza distribucije učestalosti riječi koristi se za određivanje žarišta istraživanja i trendova istraživanja disciplina ili industrija analizom učestalosti riječi u literaturi. Analiza distribucije autora literature može otkriti odnose između autora i njihovih radova te predstaviti obrasce distribucije autora znanstvenih radova. Fellnhofner (2019) je pretražio literaturu o poduzetniškom i inovacijskom obrazovanju u posljednjih 40 godina u bazama podataka Web of Science i Scopus, proveo taksonomsko istraživanje i izvukao žarišta istraživanja putem vizualne analize ključnih riječi.

Članci o kartografiji i obrazovanju o geoprostornim informacijama mogu se pronaći u raznim akademskim

časopisima. Međunarodne kartografske konferencije (ICC), koje se održavaju svake dvije godine, najutjecajnije su događaji u kartografiji i geoprostornom informacijskom sustavu i znanosti. Obrazovanje je jedna od ključnih tema koja kontinuirano dobiva velik broj prijavi. Akademski članci i sažetci o obrazovanju u prošlim ICC-ima izvješćuju o najnovijim praksama, iskustvima i pedagoškom razmišljanju nastavnika u odgovarajuće vrijeme, mogu se uzeti kao faktori za rekonstrukciju puta kroz koji je prošlo kartografsko obrazovanje. Stoga se sažetci i članci arhivirani u posljednjih 10 ICC-ova (od 2001. do 2019.) koriste u ovom radu za bibliometrijsku analizu međunarodnog kartografskog obrazovanja prema ključnim riječima. Razmišljanja i prijedlozi dani su u posljednjem poglavlju.

2. Podatci i metode

Međunarodno kartografsko društvo (International Cartographic Association – ICA), osnovano 1959. godine (ICA 2022), jedina je međunarodna akademska organizacija u području kartografije i organizacijski član UN-ovog Odbora stručnjaka za globalno upravljanje geoprostornim informacijama (UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management). Svrha ICA-e je promicanje discipline i razvoja karijera u međunarodnoj kartografiji i geoinformacijskoj znanosti. Zadaci ICA-e su osiguranje učinkovite uloge kartografije i geoinformacijske znanosti u globalnom rješavanju problema, promicanje primjene međunarodnih geoprostornih informacija u okolišu, gospodarstvu i društvu, promicanje znanstvene i tehnološke suradnje i razmjene te promicanje razvoja kartografije i geoprostornih informacija, obrazovanje, i prijenos znanja u najvećoj mjeri. Trenutačno ICA ima više od 70 država članica i 28 stručnih povjerenstava.

Bijenalne su znanstvene konferencije postale najrepresentativnija akademska događanja u kartografiji i GIS-u. Od 1970-ih Povjerenstvo za obrazovanje i osposobljavanje (Commission on Education and Training – CET) ICA-e organiziralo je različite oblike aktivnosti obrazovanja i osposobljavanja u zemljama u razvoju, poput onih u Aziji i Africi, promičući širenje teorijskog znanja i praktičnog iskustva o kartografiji i geoprostornim informacijama. Većina sudionika svake akademske konferencije dolazi sa sveučilišta i znanstveno-istraživačkih instituta diljem svijeta. Sesije na temu obrazovanja obično sadrže veći broj prezentacija, a broj obrazovnih sesija obično je najveći među svim temama. Teme i sadržaji članaka o obrazovanju za kartografiju i geoprostorne informacije vrlo su široki, uključujući program osposobljavanja za stručne tehničare za kartografiju i geoprostorne informacije koji provode nacionalni istraživački instituti, programe osposobljavanja za dodiplomske i poslijediplomske studije,

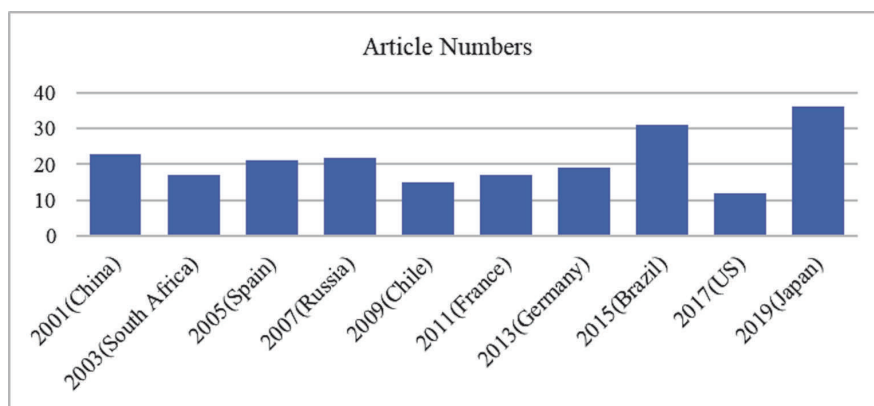


Fig. 1 Number of education publications in the last ten ICCs.
Slika 1. Broj obrazovnih publikacija u posljednjih deset ICC-ova.

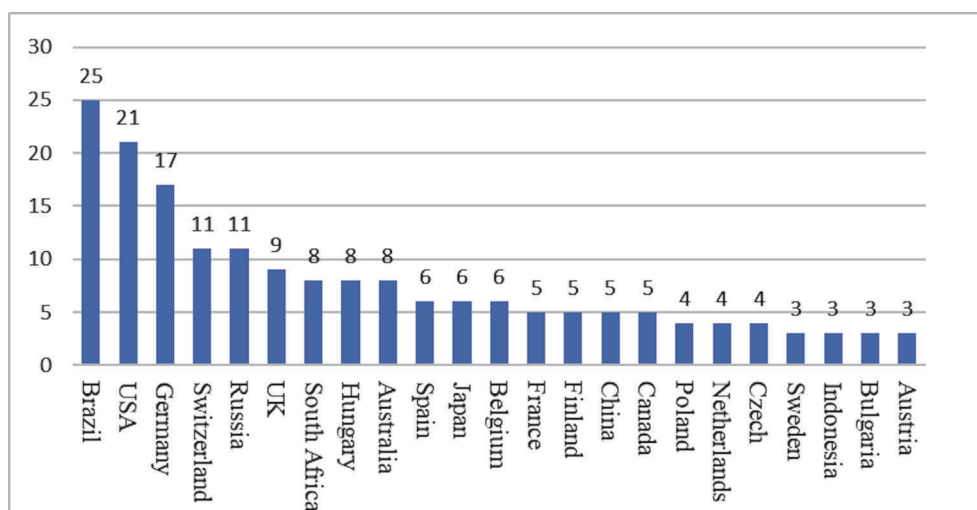


Fig. 2 Countries of authors of education publications in last ten ICCs.
Slika 2. Zemlje autora obrazovnih publikacija u posljednjih deset ICC-ova.

From 2001 to 2019, ICA held 10 ICCs in China, South Africa, Spain, Russia, Chile, France, Germany, Brazil, the United States, and Japan. Most publications in these ICCs can be obtained from the ICA website (ICA 2022). Nearly 300 articles and abstracts in educational sessions can be acquired. To conduct a systematic review, this paper downloaded all relevant articles and selected 213 of them after removing repetitive and irrelevant ones.

CiteSpace, a bibliometric visualization tool, is used for quantitative analysis of publications. It can directly analyse literature from various sources, like those from Web of Science (Chen 2017). But publications from ICCs cannot be loaded directly due to format inconsistency. We consolidated all meta information including the author, institution, country, title, abstract, keyword, and year according to the format specification of CiteSpace.

In the process of mapping domain knowledge, word frequency and betweenness centrality are used to measure the importance of key terms. The former refers to

the number of times a given term noun appears in the literature. Betweenness centrality is used to measure the importance of a given noun in the term noun network. For a given noun, the number of times it passes through the shortest path between any other two nodes as a node can indicate its importance. The higher the number of times a node acts as a "mediator", the greater its betweenness centrality. The quantitative calculation of betweenness centrality generally requires data normalization, which is the number of times a node passes as the shortest path divided by the number of all paths. This indicator can also be used to measure the importance of literature. In CiteSpace, nodes with more than 0.1 betweenness centrality are called key nodes.

3 Results

In the past two decades, the number of articles received by each International Cartographic Conference on

dizajn i provedbu kartografskih tečajeva, vrednovanje srednjoškolskih obrazovnih atlasa i laboratorijskih radova iz GIS-a te sustavno oblikovanje obrazovnog atlasa. Povremeno se pojavljuju ideje o budućem razvoju kartografskog obrazovanja.

Od 2001. do 2019. ICA je održala 10 međunarodnih kartografskih konferencija u Kini, Južnoj Africi, Španjolskoj, Rusiji, Čileu, Francuskoj, Njemačkoj, Brazilu, Sjedinjenim Američkim Državama i Japanu. Većina se publikacija s tih konferencija može naći na web stranici ICA-e (ICA 2022). Može se preuzeti gotovo 300 članaka i sažetaka u obrazovnim sesijama. Kako bi proveo sustavni pregled, autor ovog rada preuzeo je sve relevantne članke i, nakon uklanjanja onih koji se ponavljaju ili nisu važni, odabrao njih 213.

CiteSpace, softver za bibliometrijsku vizualizaciju, koristi se za kvantitativnu analizu publikacija. Može izravno analizirati literaturu iz različitih izvora, poput onih iz Web of Science (Chen 2017). No publikacije iz ICC-ova ne mogu se učitati izravno zbog nedosljednosti formata. Konsolidirali smo sve meta informacije uključujući autora, instituciju, državu, naslov, sažetak, ključnu riječ i godinu prema specifikaciji formata CiteSpacea.

U procesu kartiranja znanja o domeni, učestalost riječi i stupanj posredovanja (betweenness centrality) među njima koriste se za mjerenje važnosti ključnih pojmova. Prvo se odnosi na broj pojavljivanja određene imenice u literaturi. Stupanj posredovanja koristi se za mjerenje važnosti dane imenice u pojmovnoj mreži imenica. Za danu imenicu broj prolazanja najkraćim putem između bilo koja druga dva čvora kao čvor može ukazati na njezinu važnost. Što veći broj puta čvor djeluje kao "posrednik", veći je njegov stupanj posredovanja. Računanje stupnja posredovanja općenito zahtijeva normalizaciju podataka, što je broj prolazaka najkraćim putem podijeljen s brojem svih puteva. Tim se pokazateljem može mjeriti i važnost literature. U CiteSpaceu se čvorovi s više od 0,1 stupnja posredovanja nazivaju ključnim čvorovima.

3. Rezultati

U posljednja se dva desetljeća broj članaka primljenih na međunarodnim kartografskim konferencijama na temu obrazovanja u kartografiji i geoprostornim informacijama kretao od 12 do 36, s prosjekom 21. ICC-ovi koji su primili više od 20 obrazovnih članaka održani su u Kini, Španjolskoj, Rusiji, Brazilu i Japanu (slika 1). Ne postoji očita korelacija između broja članaka o obrazovanju i broja članaka o drugim temama uključenima u svaku konferenciju.

Statistika zemalja podrijetla autora edukacijskih članaka pokazuje koliko je dotična država aktivna na tom području. Autori iz Brazila, Sjedinjenih Američkih Država, Njemačke, Švicarske i Rusije glavne su istraživačke

snage na tom području (slika 2). Autori iz prvih pet zemalja dali su doprinos s 40% obrazovnih članaka, dok su autori s vrha deset zemalja dali gotovo 60% takvih članaka. Što se tiče interkontinentalne statistike, autori iz Europe objavili su gotovo 50% obrazovnih radova, autori iz Amerike objavili su 25%, dok su Azija, Afrika, Oceanija objavile 25% radova. To je neraskidivo povezano s dugogodišnjom europskom tradicijom usmjerenosti na kartografska istraživanja i obrazovanje. Autori iz zemalja BRICS-a (Brazil, Rusija, Indija, Kina i Južna Afrika, pet gospodarstava u nastajanju) objavili su 43 rada (oko 20% od ukupnog broja), što ukazuje na rastuća aktivna istraživanja u kartografiji i GIS obrazovanju u zemljama s brzim ekonomskim rastom.

Statistički podatci o broju edukacijskih članaka koje objavljuju pojedini autori i njihovi timovi pokazuju tradiciju i sudjelovanje autora i njihovih institucija u kartografskom i geoprostornom informacijskom obrazovanju (vidi sliku 3). Među obrazovnim temama na posljednjih deset ICC-a, 213 članaka objavilo je 370 autora iz 50 zemalja. Tri glavna autora (Lázló Zentai iz Mađarske, Philippe Maeyer iz Belgije i Hurni Lorenz iz Švicarske) i njihovi suradnici objavili su 21 izvještaj (oko 10% od ukupnog broja). Prvih deset autora uglavnom je iz Europe. Iz dijagrama mreže suradnje autora vidljivo je da glavni autori u osnovi imaju više suradnika, a suradnici imaju proširenu mrežu suradnika, što pokazuje da ključni autori imaju veći utjecaj na opseg. U usporedbi s gore spomenutom nacionalnom statistikom, neke su zemlje predale mnogo izvješća, ali im nedostaju istaknuti i održivi istraživački timovi i voditelji.

Kako bi se analizirali specifični istraživački sadržaji i obrasci razvoja koji se odražavaju u izvješćima u posljednjim dvama desetljećima, nužna je statistička analiza mrežnih veza između ključnih riječi. Nakon spajanja riječi sličnih oblika i značenja (npr. geografija, geografski, geoprostorni itd. u GIS-u), deset najčešćih riječi su: geoinformacijski sustav, kartografsko obrazovanje, prostorna analiza, nastava kartografije, informacijska tehnologija, 21. stoljeće, srednja škola, okruženje za učenje, masovni otvoreni online tečaj, prostorno razmišljanje. Kao što se može vidjeti iz ključnih riječi, s učestalošću riječi većom od 4 i stupnjem posredovanja između više od 0,1 (slika 4), žarišta istraživanja uključuju dodiplomsko i diplomsko osposobljavanje, srednje obrazovanje, dizajn izokrenute učionice (flipped classroom), okruženje za učenje, online obrazovanje i kartografsku pismenost. U 2015. godini pojavili su se masovni otvoreni online tečajevi, što ukazuje da se područje kartografije i obrazovanja o geoprostornim informacijama počelo fokusirati na online podučavanje i učenje. To je nastavna praksa u nastajanju nakon što je SARS izazvao djelomičnu obustavu

cartography and geospatial information education ranged from 12 to 36, with an average of 21. The ICCs receiving more than 20 education articles were held in China, Spain, Russia, Brazil and Japan (Figure 1). There is no obvious correlation between the number of education articles and the number of articles on other topics included in each conference.

The statistics of the origin countries of authors of the education articles shows how active the corresponding country is in the field. Authors from Brazil, the United States, Germany, Switzerland, and Russia are the main research forces in this field (Figure 2), with authors from the top five countries contributing 40% of education papers in the ten ICCs, whereas authors from the top ten countries contributed nearly 60% of the papers. In terms of intercontinental statistics, authors from Europe published nearly 50% of education papers, authors from the Americas published 25% of papers, while Asia, Africa, Oceania accounted for 25%. This is inextricably linked to the long-standing European tradition of focusing on cartographic research and education. Authors from the BRICS (Brazil, Russia, India, China and South Africa, the five emerging economies) countries published 43 papers (about 20% of the total), indicating growing active research in cartography and GIS education in countries with a fast-growing economy.

Statistics on the number of education articles published by individual authors and their teams can show the tradition and participation of authors and their institutions in cartography and geospatial information education (see Figure 3). Among the education topics of the last ten ICCs, 213 articles are contributed by 370 authors from 50 countries. The top three authors (Lázló Zentai of Hungary, Philippe Maeyer of Belgium, and Hurni Lorenz of Switzerland) and their collaborators contributed 21 reports (about 10% of the total). The top ten authors are mainly from Europe. It can be seen from the author cooperation network diagram that the main authors basically have more collaborators, and the collaborators have an extended network of collaborators, which shows that key authors have a greater impact on the scope. Compared with the national statistics mentioned above, some countries have submitted many reports, but lack prominent and sustained research teams and leaders.

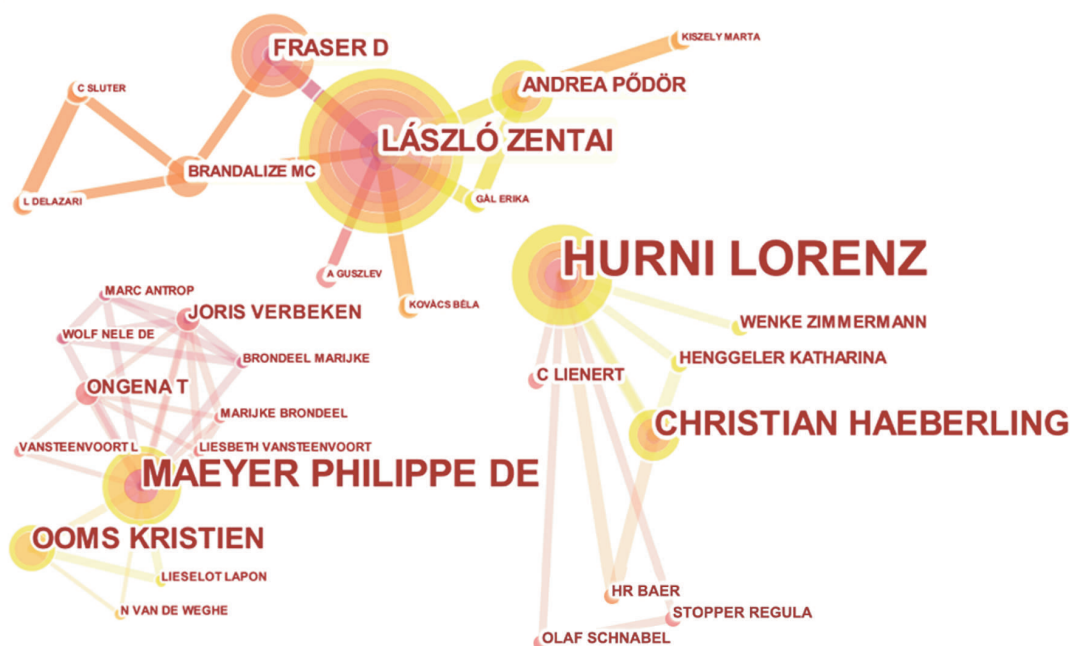
In order to analyse specific research contents and development patterns as reflected in the reports in the last two decades, a statistical analysis of network connections between hot words are necessary. After combining words with similar forms and meanings (e.g., geographic, geographical, geospatial, etc. in GIS), the ten most frequent words are geographic information system, cartographic education, spatial analysis, teaching cartography, information technology, 21st century, high school, learning environment, massive open online course, spatial thinking. As

can be seen from the hot words with word frequency greater than 4 and betweenness centrality higher than 0.1 (Figure 4), research hotspots include undergraduate and graduate training, secondary education, flipped classroom design, learning environment, online education, and cartographic literacy. 2015 saw the emergence of massive open online courses, indicating that the field of cartography and geospatial information education began to focus on online teaching and learning. It is an emerging teaching practice after SARS caused partial suspension of traditional classes and online video teaching appeared in 2003. Although the word frequency of online learning as a separate term is not high, the words closely related to online learning such as online course, distance learning, and remote platform appear more and more frequently in recent years. Analysis of related articles shows that with the maturity and popularity of network technology and abundance of digital resources, distance education and online video courses in cartography and GIS have been introduced in many countries. So online education experiences in this field have been accumulated in the past two decades, providing a certain foundation for the large-scale online teaching started in 2020.

4 Conclusion

Sharing experiences of best practices and pedagogical insights globally can effectively improve cartography and geospatial information education in all countries, which is crucial to train more well-educated graduates for rapid development and innovation of the geospatial information industry. Based on the publications on education topics in the past ten International Cartographic Conferences, bibliometric methods are used to analysis research topics, authors and regions. On academic and industry aspects and society at large, GIS has been becoming ubiquitous in various applications together with cartography for mapping and visualization. Information technologies have been introduced gradually into cartography teaching and learning, similar to what happened in other education fields. Cartography and GIS education have been continuously a research focus which evidence cartography's tradition of knowledge transfer. New frontiers of academic outputs have been adopted into educational resources together with new ways of teaching and changing pedagogies, all of which prepare our graduates for increasingly more opportunities.

Over the past two decades, cartography educators have mainly focused on the undergraduate and graduate training, secondary education, learning environment design, online education and other directions in cartography and geospatial information education. On the one hand, comparing these articles and abstracts with emerging keywords



Slika 3. Ključni autori i njihovi suradnici obrazovnih publikacija u posljednjih deset ICC-ova.
Fig. 3 Key Authors and their collaborators of education publications in last ten ICCs.

tradicionalne nastave i nakon što se 2003. pojavilo online video poučavanje. Iako učestalost riječi online učenje kao zasebnog pojma nije visoka, posljednjih se godina sve češće pojavljuju riječi usko povezane s online učenjem poput online tečaja, učenja na daljinu i udaljene platforme. Analiza srodnih članaka pokazuje da su sa zrelošću i popularnošću mrežne tehnologije i obiljem digitalnih izvora, obrazovanje na daljinu i online video tečajevi iz kartografije i GIS-a uvedeni u mnoge zemlje. Dakle, iskustva online obrazovanja u ovom su području akumulirana u posljednja dva desetljeća i pružaju određenu osnovu za online poučavanje velikih razmjera koje je započelo 2020. godine.

4. Zaključak

Razmjena iskustava najboljih praksi i pedagoških uvida na globalnoj razini može učinkovito poboljšati obrazovanje o kartografiji i geoprostornim informacijama u svim zemljama, što je ključno za osposobljavanje više dobro obrazovanih diplomanata za brzi razvoj i inovacije industrije geoprostornih informacija. Na temelju publikacija edukacijske tematike na proteklih deset međunarodnih kartografskih konferencija, bibliometrijskim su metodama analizirane istraživačke teme, autori i regije. Što se tiče akademskih i industrijskih aspekata te društva općenito,

GIS postaje sveprisutan u raznim primjenama zajedno s kartografijom za izradu karata i vizualizaciju. Informacijske se tehnologije uvode postupno u nastavu i učenje kartografije, slično kao što se dogodilo i u drugim obrazovnim područjima. Obrazovanje za kartografiju i GIS kontinuirano je u fokusu istraživanja, što dokazuje kartografsku tradiciju prijenosa znanja. Nove granice akademskih rezultata usvojene su u obrazovnim resursima zajedno s novim načinima poučavanja i promjenom pedagogije, što priprema naše diplomante za sve više mogućnosti.

Tijekom posljednjih dvaju desetljeća nastavnici kartografije uglavnom su se usredotočili na dodiplomsko i diplomsko obrazovanje, srednje obrazovanje, dizajn okruženja za učenje, online obrazovanje i druge smjerove u obrazovanju o kartografiji i geoprostornim informacijama. S jedne strane, uspoređujući članke i sažetke s ključnim riječima u nastajanju u glavnim časopisima iz kartografije i geoinformacijskih sustava, možemo uočiti zaostajanje u pogledu novih sadržaja, posebno na dodiplomskoj razini. S druge strane, prvih deset zemalja i europskih zemalja pridonose većinom članaka o obrazovanju. Iako gospodarstva u razvoju postupno ulažu više napora, mnoge zemlje članice ICA-e imaju veliki potencijal za sudjelovanje u međunarodnim obrazovnim naporima i razmjenu najnovijih dostignuća u obrazovnoj praksi. Nije potrebno samo uključiti nove

in mainstream journals in cartography and geographic information systems, we may find a lagging effect concerning new contents, especially on undergraduate level. On the other hand, the top ten countries and European countries contribute the majority of education articles. Although emerging economies are gradually putting in more efforts, many ICA member countries have a big potential to participate in international education efforts and exchange the latest progress of education practices. It is not only necessary to incorporate new academic outputs and industry practices into education resources, but also to share experience of best practices among countries at different stages of development, which is important for reducing inequities and building an inclusive educational community. In this way educators and governments can contribute to the inclusive and high-quality education in the 2030 sustainable development goals of the United Nations (UNDP 2020).

During the COVID-19 pandemic, education at all levels in the world has been affected. Thanks to the fast development of information infrastructure in the last ten years, online teaching and distance learning promptly ensured efficiency and effectiveness of education in many countries. Educators in cartography presented their preliminary research results of online education and distance learning. However, it is necessary to explore their effectiveness and appropriate paradigms. In the post COVID-19 new normal era, educators in cartography and geospatial information shall join the efforts with those in other fields to find effective ways of achieving resilient, sustainable and

quality higher education (UNESCO 2020, Wang 2022). The hybrid teaching and learning paradigm, with an emphasis on balancing traditional practices and the remote environment, shall be adopted. In this regard educators shall further push boundaries of practice to in-depth research on how to enrich our experience of existing educational research with accumulated resources of online open contents and a large-scale body of knowledge of cartography and geospatial information science and technology, together with good accommodation of online social networking services (Fairbairn 2018, Tang and Khe 2017).

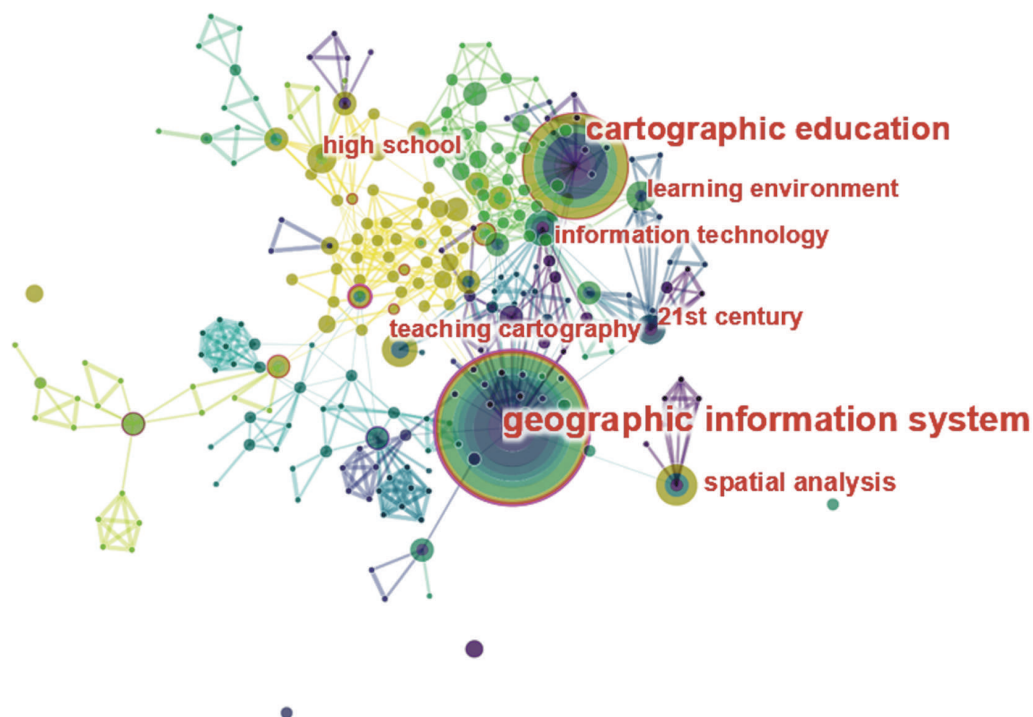
Still there is a need to expand this bibliometric analysis in various means to acquire a broader image of cartography and GIS education. Firstly, education manuscripts in academic journals and books can be incorporated into the analysis contents. In addition, educators may publish their work in their native languages which are not easily covered. Secondly, comparative studies between similar academic disciplines or countries can be explored. For example, architecture and urban planning have been experiencing a similar path in the process of adopting information technologies. Similarities and differences can be drawn to help cartography and GIS educators find more effective teaching and learning paradigms.

Acknowledgements

The author would like to thank Minghui Sun for preparing Figure 3 and 4 in this paper.

References / Literatura

- Chen C (2017) Science Mapping: A Systematic Review of the Literature, *Journal of Data and Information Science*, vol. 2, no. 2, 1–40, doi:10.1515/jdis-2017-0006
- Fairbairn D (2018) Creating a body of knowledge for cartography. In: Brewer C (eds) *Proceedings, 28th International Cartographic Conference*, Washington DC, USA, 2–7 July 2017, p 1–5
- Fellnhöfer K (2019) Toward a taxonomy of entrepreneurship education research literature: A bibliometric mapping and visualization, *Educational Research Review*, vol. 27, 28–55. doi: 10.1016/j.edurev.2018.10.002
- Gurevitch J, Koricheva J, Nakagawa S (2018) Meta-analysis and the science of research synthesis. *Nature*, vol.555, no.7695, 175–182. doi: 10.1038/nature25753
- ICA (2022) International Cartographic Association. <https://icaci.org/> (Accessed 20 March 2022)
- Lapaine M, Midtbø T, Gartner G, Bandrova T, Wang T, and Shen J (2021) Definition of the Map, In: Zamperlin P, Cantile A, and Milli M (eds) *Proceedings, 30th International Cartographic Conference*, Florence, Italy 14–18 December 2021, p 1–6
- Malczewski J (2006) GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 20, no.7: 703–726. doi: 10.1080/13658810600661508
- Tang Y, Khe F (2017) Is mobile instant messaging (MIM) useful in education? Examining its technological, pedagogical, and social affordances. *Educational Research Review*, vol. 21, 85–104. doi: 10.1016/j.edurev.2017.05.001
- UNDP (2020) Sustainable Development Goal 4: quality education [EB/OL]. <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-4-quality-education.html> (Accessed 10 March 2020)
- UNESCO (2020) Coronavirus COVID-19 and Higher Education: Impact and Recommendations. <https://www.iesalc.unesco.org/en/2020/03/09/coronavirus-covid-19-and-higher-education-impact-and-recommendations/> (Accessed 10 March 2020)
- Wang T (2022) Future Education of Cartography and GIS: What Is Next?, *Journal of Geodesy and Geoinformation Science*, vol. 5, no. 3, 1-6, doi: 10.11947/j.JGGS.2022.0301



Slika 4. Karta znanja mreže istodobnih događanja u posljednjih deset ICC-ova.
Fig. 4 Knowledge Map of co-occurrence network in the last ten ICCs.

akademske rezultate i industrijske prakse u obrazovne resurse, već i razmijeniti iskustva najboljih praksi među zemljama na različitim stupnjevima razvoja, što je važno za smanjenje nejednakosti i izgradnju uključive obrazovne zajednice. Na taj način nastavnici i vlade mogu pridonijeti uključivom i visokokvalitetnom obrazovanju u skladu s ciljevima održivog razvoja Ujedinjenih naroda do 2030. (UNDP 2020).

Tijekom pandemije COVID-19 u svijetu je pogođeno obrazovanje na svim razinama. Zahvaljujući brzom razvoju informacijske infrastrukture u posljednjih deset godina, online nastava i učenje na daljinu brzo su osigurali učinkovitost i djelotvornost obrazovanja u mnogim zemljama. Nastavnici kartografije predstavili su svoje preliminarne rezultate istraživanja online obrazovanja i učenja na daljinu. Međutim, potrebno je istražiti njihovu učinkovitost i odgovarajuće paradigme. U novoj normalnoj eri nakon pandemije bolesti COVID-19 nastavnici kartografije i geoprostornih informacija udružiti će napore s onima u drugim područjima kako bi pronašli učinkovite načine za postizanje otpornog, održivog i kvalitetnog visokog obrazovanja (UNESCO 2020). Usvojiti će se hibridna paradigma poučavanja i učenja, s naglaskom na uravnoteženje tradicionalnih praksi i udaljenog okruženja. U tom

smislu, nastavnici će dalje pomicati granice prakse do dubinskog istraživanja o tome kako obogatiti svoje iskustvo postojećeg obrazovnog istraživanja akumuliranim resursima online otvorenih sadržaja i opsežnog znanja o kartografiji i geoprostornoj informacijskoj znanosti i tehnologiji, uz dobru prilagodbu online usluga društvenog umrežavanja (Fairbairn 2018, Tang i Khe 2017).

I dalje postoji potreba za proširenjem ove bibliometrijske analize različitim načinima kako bi se dobila šira slika obrazovanja kartografije i GIS-a. Prvo, obrazovni se rukopisi u akademskim časopisima i knjigama mogu uključiti u sadržaj analize. Osim toga, nastavnici mogu objaviti svoje radove na svojim materinskim jezicima. Drugo, mogu se provesti komparativne studije između sličnih akademskih disciplina ili zemalja. Primjerice, arhitektura i urbanizam prolaze sličan put u procesu usvajanja informacijskih tehnologija. Mogu se izvući sličnosti i razlike kako bi se nastavnicima kartografije i GIS-a pomoglo da pronađu učinkovitije paradigme poučavanja i učenja.

Zahvala

Autor zahvaljuje Minghui Sunu na pripremi slika 3 i 4 u ovom radu.