

Весна Вучковић
(Математички факултет, Београд)

ДИГИТАЛНИ ВОДЕНИ ЖИГ И ЊЕГОВА УЛОГА У ДИГИТАЛИЗАЦИЈИ КУЛТУРНЕ БАШТИНЕ

Сажетак: Данас, у време великог коришћења Интернета у размени информација и дигиталних радова, намеће се потреба да се подаци о власништву чувају уз дигиталне радове на које се односе. Разлога за то има много: заштита ауторских права и означавање власника на рекламним примерцима су два можда најистакнутија разлога. Данас се све више музејски експонати приказују на Интернету. Начин да заинтересовани гледалац сазна коме да се обрати за висококвалитетни рад (електронску књигу, слику, видео или аудио фајл) је да се информација о власништву означи и трајно остане сачувана у раду.

Кључне речи: Дигитални водени жиг, означавање власника, заштита ауторских права

Шта је дигитални водени жиг

Дигитални водени жиг је образац битова који се уграђује у дигиталну слику, видео или аудио клип, или неки други дигитални рад, а садржи неку информацију у вези са тим радом. Ова информација обично означава аутора или власника рада. Основна намена дигиталног воденог жига је заштита ауторских права над дигиталним радовима. Праксу сакривања информације о раду у сам тај рад називамо *пракса (дигиталног воденог) жига* (енглески термин је *digital watermarking*).

Пракса дигиталног воденог жига појавила се раних деведесетих година прошлог века. Основни разлози њеног настанка су

- појава дигиталних копија и
- нагли развој Интернета.

Док су музика и филмови чувани на аналогним тракама, опасност за њихове власнике није била претерано велика. Аналогне копије су увек биле слабијег квалитета од оригинала, а копије друге генерације (копије копија) биле су врло лоше. Дигиталне копије су, међутим, практично истог квалитета као оригинал. Преласком на дигитално чување музике и филмова, опасност од пиратерије добила је драматичне размере.

Интернет се много користи и за трговину, а заштита од крађе овде је врло мала. И још нешто: на Интернету нема амбалаже! Уобичајено означавање власника (текст на кутији или носиоцу – грамофонској плочи, траци,...) овде зато не долази у обзир.

Први покушаји да се дигитални садржаји на Интернету заштите од крађе заснивали су се на коришћењу криптографије. Садржај се преко мреже слао криптован. Само законит купац знао је кључ за дешифровање. Ако би неко покушао да украде рад, без кључа га не би могао користити.

Ово решење има велику ману. Подаци су заштићени само док не буду декриптовани. Када купац декриптује фајл, нико га не може спречити да га тако декриптованог даље препродаје.

Да би се права над интелектуалном својином у таквим околностима могла очувати, интензивно се траже начини да се власништво појединца над документом означи, и у случају фалсификовања и неовлашћене дистрибуције, може бранити на суду.

Једно време се мислило да је решење *упис у заглавље фајла*. Дефинисао би се фајл формат у коме је жиг део блока заглавља, неуклоњив без уништавања оригиналног сигнала, јер део дефиниције фајл формата захтева да водени жиг буде унутра. Неки електронски системи за заштиту ауторских права предлажу овакав механизам. ‘Дигитални водени жиг’ који се помоћу програма Adobe Acrobat може ставити у PDF документе пример је за то. Слабост овог решења је да конверзија у други формат уклања жиг.

Тако долазимо до идеје да се информација о власништву смести у саме податке дигиталног рада (у случају слике, на пример, на овај начин ће се променити неки пиксели). Ово **утискивање информације о власништву у сам сигнал је уствари пракса уградње дигиталног воденог жига**.

Приметан и неприметан жиг

Дигитални водени жиг докумената који се чувају у електронском облику појављује се у основи у два вида – као *приметан* и као *неприметан* (у случају слике видљив или невидљив; у случају звучног фајла, чујан или нечујан).

Један пример приметног жига је у видео домену, где ТВ мреже стављају свој лого у угао слике на екрану.

Следи пример приметног жига за слике. Слика једног манускрипта из Ватиканског музеја, која се појавила на Интернету, има уграђен приметни жиг, који подсећа на водени жиг на папиру. Овде је обавештење о власништву очигледно, али је слика ван комерцијалног значаја.



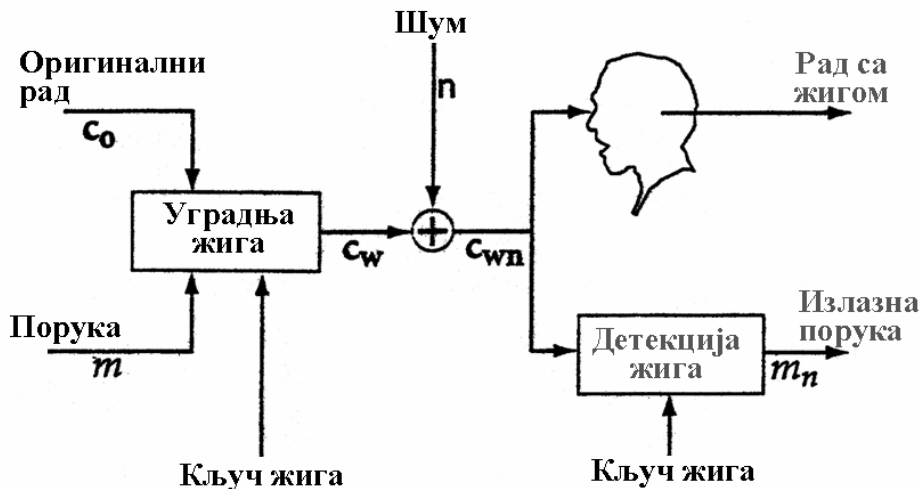
Слика 1: Пример приметног жига у слици (рукопису из Ватиканског музеја)

И приметни и неприметни жиг имају за циљ заштиту ауторских права и власништва над интелектуалном својином, али ту заштиту обезбеђују на различите начине. Приметни жиг податак о власништву врло уочљиво приказује. Он, бар у принципу, елиминише комерцијалну вредност документа за могућег крадљивца, без умањења корисности документа за законите, дозвољене сврхе.

Неприметни жиг постоји у документу на начин који уопште не умањује његов квалитет. Он више помаже у хватању лопова него у обесхрабривању крађе. Он повећава вероватноћу успешног судског гоњења. Наравно, у извесној мери ће одвратити и потенцијалног крадљивца, ако код њега постоји свест о могућем постојању жига.

Пракса жига као комуникација

Праксу дигиталног воденог жига можемо схватити као комуникацију. На почетном и завршном крају комуникационог канала су *уградња* и *детекција* жига. Сви догађаји везани за рад са жигом од момента уградње, па до детекције, дешавају се у комуникационом каналу. Изобличења која у каналу дигитални рад претрпи (уобичајене операције, али и непријатељски покушаји да се жиг уклони) обично се моделирају као *шум*.



Слика 2: Пракса жига као комуникација

На једном крају комуникационог канала налази се *уграђивач*. Улазни подаци за уграђивач су оригинални рад c_0 и порука жига m (и можда још неки податак). Излаз из уграђивача је рад са жигом c_w .

На другом крају комуникационог канала налазе се два врло различита посматрача: *човек* и *детектор жига*. Човек својим чулима прима рад са жигом c_{wn} (можда изобличен неким додатним шумом у комуникационом каналу). То што опажа доживљава као нешто што личи на оригинални рад.

Детектор жига као улаз прима (можда деформисан) рад са жигом c_{win} и можда још неки податак, а као излаз издаје детектовану поруку жига m_n . Уколико је жиг био робустан на промене рада у комуникационом каналу, биће $m_n = m$.

У зависности од алгоритама уградње и детекције, уз обавезне улазне податке (оригинални рад и порука жига – при уградњи; рад са жигом – при детекцији), могу се користити и неки други подаци. Тако на пример, ако је у тренутку детекције доступан оригинални рад, процес детектовања је далеко једноставнији. Наравно, честе су ситуације у којима оригинални рад не може бити на располагању у време детекције.

Детектори који као улаз користе и оригиналну слику су *информисани*. Детектори који је не користе су *слепи*.

Велики број алгоритама уградње и детекције користе као свој улаз тајни број, исти на уграђивачу и на детектору. Тај тајни број називамо *кључ жига*. Он се обично користи као семе генератора низа псеудослучајних бројева, потребних у уградњи и детекцији. Претходна слика илустровала је праксу жига са коришћењем овог кључа.

Захтеви за добрим жигом

Добар неприметни жиг није лако направити. Он треба да задовољи одређене, међусобно у великој мери супротстављене захтеве:

- **Верност:** Промене у дигиталном раду (због уградње жига) треба да буду неприметне за случајног посматрача,
- **Робусност:** Жиг треба да је отпоран на уобичајене операције над радом. Шта су уобичајене операције, зависи од тога шта је рад уствари. У случају слике то могу бити промена сјајности и контраста, компресија са губицима, скалирање, ротација, опсецање,...
- **Сигурност:** Сигурност жига дефинишемо као његову способност да се одупре непријатељским нападима. Жиг треба да буде отпоран на покушаје непријатеља да омету сврху жига. Могући напади су неовлашћена детекција, неовлашћена уградња и неовлашћено уклањање. Жиг треба да буде тешко отклоњив или неотклоњив, бар без приметне деградације рада у који је уграђен.

Примена у дигитализацији културне баштине

Музејски експонати све чешће се преко Интернета представљају публици. Посетиоци музејских и библиотечних сајтова могу се тако упознати са садржајима, којима ти музеји и библиотеке располажу.

Неспоран је значај коришћења тако моћног медијума као што је Интернет, за популарисање наше културне баштине у целом свету. Међутим, ту долазе до изражаја опасности, пре свега по ауторска права над приказаним дигиталним радовима.

Опасности које постоје за на Интернету приказане експонате наше културне баштине у суштини се не разликују од опасности за било које дигиталне

радове. Зато су и апликације дигиталног воденог жига које се користе у суштини исте као и за остале дигиталне радове.

Обавештавање савесног корисника о власништву. Често коришћена апликација је означавање власништва над дигиталним радом. Ова апликација не претендује да направи жиг који би могао бити коришћен у судском доказивању власништва. Намена је искључиво да се власник рада означи у самом фајлу (јер на Интернету дигитални фајлови фигуришу сами, без физичког носиоца-плоче, траке,... и без амбалаже). Савесни корисник се уз помоћ овог жига може информисати ко је власник, да би могао да пита за дозволу да рад користи (на пример да слику коју је негде на Интернету нашао стави на свој сајт).

Ова апликација се користи и у рекламирању производа путем Интернета. Тако, могу се направити нискоквалитетне копије рада (рекламни примерци) и поставити на Интернету. Посетилац сајта може такве копије бесплатно преузети и користити. Уколико пожели да купи примерак рада високог квалитета, може на основу информације о власништву садржане у жигу у рекламном раду да сазна коме да се обрати за то.

Заштита ауторских права. Ово је апликација уградње жига који представља доказ власништва над дигиталним радом у случају судског процеса. Овај тип примене је далеко изазовнији од малопре споменутог, али за сада није изборио свој статус. Разлог је пре свега у томе да се за тако озбиљну примену мора са врло великом сигурношћу тврдити да доводи до правог одговора – ко је прави власник дигиталног рада.

Проблем није у томе да се направи жиг који јединствено одређује онога ко га је уградио. Није спорно да је број различитих жигова који се могу уградити у рад изузетно велик, да жиг може јединствено да одреди једног човека.

Проблем настаје у чињеници да две особе могу у исти рад уградити свака свој жиг, и тврдити своје власништво над радом. Craver [4] је у свом раду навео пример такве уградње два жига, при чему обе особе могу са једнаком сигурношћу тврдити првенство уградње. Наиме,

Особа А угради свој жиг у оригиналну слику: $c_w = c_0 \oplus w_a$ (c_0 је оригинална слика, \oplus је ознака операције уградње жига, w_a је жиг особе А, а c_w је слика са жигом).

Особа Б 'одузме' свој жиг од слике c_w (уствари, угради 'негативан' свој жиг): $c_b = c_w \otimes w_b$ (w_b је жиг особе Б, \otimes је ознака операције уклањања жига, c_b је резултујућа слика - фалсификат оригинала).

Особе А и Б на овај начин могу свака за себе да тврде да су прве уградиле жиг у оригиналну слику – као што особа А може да каже да је c_0 оригинал, и да је слика c_w настала уградњом жига w_a у оригинал c_0 , тако и особа Б може да тврди да је c_b оригинал, и да је слика c_w настала уградњом жига w_b у оригинал c_b .

Да би се право власништва могло бранити на суду са уграђеним жигом као доказом, овакви проблеми не би смели постојати. **Жиг мора бити неинвертибилан.** Особа А, да би могла да тврди власништво над радом, мора да

угради такав жиг за који нико неће моћи из $c_w = c_0 \oplus w_a$ да тврди да је уствари $c_0 = c_w \otimes w_a$.

Значи, мора да се направи такав алгоритам који ће са сигурношћу тврдити да је слика c_0 настала пре слике c_w .

За већину алгоритама уградње који се данас користе, доказано је да су инвертибилни.

Отисци прстију. На Интернету се често користи још једна апликација - *отисци прстију (fingerprints)*. Она се, истини за вољу, више користи код продаје комерцијалних производа (музика, филмови), али није искључена ни код дистрибуције радова који су саставни део наше културне баштине. Састоји се у томе да се при слању примерка дигиталног рада једнозначно означи прималац (купац). У случају било какве касније злоупотребе (на пример умножавања и препродаје) од стране неког купца, моћи ћемо да помоћу 'отисака прстију' на раду сазнамо ко је преступник.

Литература

- [1] Ingemar J. Cox, Matthew L. Miller, Jeffrey A. Bloom: *Digital Watermarking*, Morgan Kaufmann, 2002
- [2] Hal Berghel, Lawrence O'Gorman: *Digital Watermarking*, 1997,
http://www.acm.org/~hlb/publications/dig_wtr/dig_watr.html (08.08.2005)
- [3] Watermarking World – Digital Watermarking Frequently Asked Questions (FAQ),
<http://www.watermarkingworld.org/faq.html> (08.08.2005)
- [4] Scott Craver, Nasir Memon, Boon-Lock Yeo, Minerva M. Yeung: *Resolving Rightfull Ownerships with Invisible Watermarking Techniques: Limitations, Attacks, and Implications*, IEEE Journal on Selected areas in Communications, vol. 16, no 4, May 1998, 573–586.
- [5] Vesna Vučković: *Digital Watermark*, Pregled NCD 5(2004), 59–62,
<http://www.ncd.matf.bg.ac.yu/casopis/05/Vuckovic/Vuckovic.pdf>
- [6] Fred Mintzer, Jeffrey Lotspiech, Norishige Morimoto: *Safeguarding Digital Library Contents and Users - Digital Watermarking*, IBM Research Division, D-Lib Magazine, December 1997,
<http://www.dlib.org/dlib/december97/ibm/12lotspiech.html> (08.08.2005.)
- [7] F. C. Mintzer, L. E. Boyle, A. N. Cazes, B. S. Christian, S. C. Cox, F. P. Giordano, H. M. Gladney, J. C. Lee, M. L. Kelmanson, A. C. Lirani, K. A. Magerlein, A. M. B. Pavani, F. Schiattarella: *Toward on-line, worldwide access to Vatican Library materials*, IBM Journal of Research and Development, Volume 40, Number 2, 1996,
<http://researchweb.watson.ibm.com/journal/rd/402/mintzer.html>, (08.08.2005)

Vesna Vučković

(Faculty of Mathematics, Belgrade)

DIGITAL WATERMARK AND ITS ROLE IN CULTURAL HERITAGE DIGITIZATION

Abstract: Nowadays, in the time of growing use of Internet in information and digital works exchange, it becomes important to keep ownership data together with those digital works. There are numerous reasons for that: copyright protection and owners marking on promotional copies are two maybe most prominent reasons. Today museum exhibits are increasingly presented on Internet. The way that interested visitor get to know who to consult for the high quality e-book (or image, audio, video file) is that the information of the ownership be marked and permanently stays kept in the work.

Keywords: Digital watermark, owner labeling, copyright protection

vesnav@matf.bg.ac.yu