

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA

Wydział Informatyki

Paweł Żukowski

Multifile Renaming Utility

Program narzędziowy do grupowej zmiany nazw plików na podstawie metadanych w nich zawartch

PRACA INŻYNIERSKA

Promotor
dr inż. Marcin Skoczylas

Białystok 2013

Streszczenie

Zażółć gęślą jaźń

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue duis dolore te feugait nulla facilisi. Nam liber tempor cum soluta nobis eleifend option congue nihil imperdiet doming id quod mazim placerat facer possim assum. Typi non habent claritatem insitam; est usus legentis in iis qui facit eorum claritatem. Investigationes demonstraverunt lectores legere me lius quod ii legunt saepius. Claritas est etiam processus dynamicus, qui sequitur mutationem consuetudinum lectorum. Mirum est notare quam littera gothica, quam nunc putamus parum claram, anteposuerit litterarum formas humanitatis per seacula quarta decima et quinta decima. Eodem modo typi, qui nunc nobis videntur parum clari, fiant sollemnes in futurum.

Słowa kluczowe: *Zażółć gęślą jaźń*

Spis treści

Spis treści	3
1 Wstęp	5
1.1 Cel i zakres pracy	6
1.2 Założenia	6
1.3 Plan pracy	6
2 Teoria	7
2.1 Dane w systemie komputerowym	7
2.2 Systemy plików i identyfikacja danych	8
2.2.1 Katalogi i ścieżki do plików	9
2.2.2 Różnice w identyfikacji plików wśród różnych systemów operacyjnych	9
2.3 Metadane	11
3 Środowisko pracy	12
3.1 Język C++	12
3.2 System operacyjny FreeBSD	13
3.3 Mercurial	13
3.4 CMake	14
3.5 Vim	14
4 Implementacja	15
4.1 Wykorzystane biblioteki	16

4.1.1	SigC++	16
4.1.2	boost::filesystem	16
4.1.3	boost::property_tree	17
4.1.4	boost::program_options	17
4.1.5	wxWidgets	17
4.1.6	ICU	17
4.2	Rdzeń aplikacji - klasa MruCore	18
4.3	Wyrażenia zawierające metatagi	18
4.4	System modułów i jego implementacja	19
4.5	Typy modułów w MRU	19
4.6	Moduły UI	19
4.6.1	wxWidgetsUi	19
4.6.2	TextUi	19
4.7	Moduły output	19
4.7.1	GenericBoost	19
4.8	Moduły metatagów	19
4.8.1	Count	19
4.8.2	Audio	19
4.8.3	CRC	19
4.8.4	ToLower	19
5	Wnioski	20
6	Definicje	21

Rozdział 1.

Wstęp

Z każdym rokiem ludzie oraz same komputery generują coraz większą ilość informacji. Mimo że duża część z nich jest przechowywana w dobrze strukturyzowanych bazach danych, to ciągle, większość ludzi ma bezpośredni dostęp jedynie to tego co przechowuje w systemie plików własnego komputera. <Rodzaje danych, ich zastosowanie>

Od dziesięcioleci dysk twardy pozostaje głównym kontenerem dla danych użytkowników komputerów na całym świecie. <Dane przechowywane w systemach plików>

<Systemy plików, ich cechy wspólne, ograniczenia, metadane>

<problem z identyfikatorami>

1.1 Cel i zakres pracy

Niniejsza praca ma na celu stworzenie programu narzędziowego pozwalającego na automatyczne generowanie identyfikatorów (nazw) plików na podstawie metadanych w nich zawartych. <także danych generowanych przez sam program - CRC np>

Zakres pracy obejmuje:

- Przegląd istniejących rozwiązań - programów i technik wspomagających masową zmianę identyfikatorów plików.
- Porównanie funkcjonalności istniejących narzędzi i ich ograniczeń.
- Projekt oraz implementacja wieloplatformowej architektury modułów.
- Stworzenie parsera wyrażeń zawierających metatagi.
- Projekt graficznego interfejsu użytkownika opartego na bibliotece wxWidgets.
- Implementacja backendu do systemu plików opartego na bibliotece boost::filesystem.
- Implementacja przykładowych modułów metatagów.
- Testy aplikacji.

1.2 Założenia

Gotowa aplikacja powinna być niezależna od systemu operacyjnego w stopniu w jakim pozwalają na to zależności użytych bibliotek. Dzięki modułowej budowie powinna także udostępniać interfejs pozwalający na jej łatwą rozbudowę.

1.3 Plan pracy

<Co w jakim rozdziale się znajduje>

Rozdział 2.

Teoria

W niniejszym rozdziale postaram się przybliżyć obraz problemu identyfikatorów (zwanych również nazwami) plików opisując środowisko i w którym występuje.

2.1 Dane w systemie komputerowym

Jednym z podstawowych elementów systemu komputerowego jest jego pamięć. Od początku istnienia komputerów istniała potrzeba składowania danych wymaganych przy praktycznie każdych operacjach wykonywanych przez jednostkę centralną komputera. Jako że pierwsze systemy komputerowe były wykorzystywane do obliczeń typowo matematycznych, algorytmy na nich uruchamiane nie wymagały wielkich kontenerów na dane. W tych czasach wbudowane rejestry oraz ulotna pamięć RAM zaspokajały potrzeby rynku. Jednak wraz z rozwojem sprzętu i algorytmów na nim uruchamianych pojawiła się potrzeba przechowywania coraz to większej ilości danych jak i (dzięki zastosowaniu architektury von Neumanna) samych programów przez coraz dłuższy czas. Pojawiła się idea nieulotnej oraz pojemnej pamięci - dysku twardego. <!sprawdzić!>

Pojemności pierwszych dysków twardych stanowiły promil dzisiejszych jednostek toteż nie wymagały stosowania systemów plików - były po prostu nieulotnym rozszerzeniem pamięci operacyjnej RAM.

Wraz ze zwiększeniem ich pojemności oraz generalizacją oprogramowania, pojawiła się

potrzeba standaryzowania, kategoryzacji przechowywanych na dyskach danych - tak powstały systemy plików.

??

2.2 Systemy plików i identyfikacja danych

System plików stanowi warstwę abstrakcji między programami, a danymi zapisanymi na nośniku — dysku twardym, karcie pamięci czy też płycie CD. System plików jest metodą zapisu danych — schematem dzięki któremu, programy nie muszą operować na surowych blokach danych lecz mogą korzystać z bardziej wysokopoziomowych deskryptorów plików - węzłów bądź ścieżek dostępu.

Zwykle systemem plików zarządza system operacyjny — to on udostępnia API, a także blokuje lub pozwala na dostęp do danych ze względu na uprawnienia użytkownika, programu lub samego zasobu.

Istnieje wiele typów oraz implementacji systemów plików, które można podzielić na dwie kategorie:

- tradycyjne - znajdujące zastosowanie przy przechowywaniu dowolnych (ogólnych) danych w postaci plików
- specjalne - dostosowane do specyficznych rozwiązań (jak na przykład bazy danych)

Oddzielną kategorię mogą stanowić zdobywające coraz większą popularność wirtualne systemy plików - różnią się one od tradycyjnych i specjalistycznych tym że nie przechowują danych fizycznie na nośniku, a są raczej aplikacjami udostępniającymi (generującymi) struktury danych na żądanie użytkownika/programu. Przykładem takich systemów mogą być: **procfs** - udostępniający dostęp do procesów systemowych i ich atrybutów w systemach rodziny GNU/Linux oraz *BSD, czy też **NFS** (Network File System) — pozwalający na dostęp do systemów plików znajdujących się na innych komputerach w sieci.

2.2.1 Katalogi i ścieżki do plików

Niniejsza praca skupia się na problemie opisywania danych w tradycyjnych systemach plików za pomocą tak zwanych ścieżek do plików.

Tradycyjne systemy plików pozwalają na przechowywanie danych w drzewiastej strukturze danych zwanej drzewem katalogów. W większości implementacji każdy węzeł takiego drzewa może być katalogiem, plikiem lub dowiązaniem do innego węzła. Dodatkowo węzły katalogów jako jedyne mogą posiadać węzły podległe — podkatalogi. Każdy węzeł prócz węzła-korzenia jest identyfikowany przez unikalny względem węzła-rodzica identyfikator zwany nazwą pliku/katalogu.

Warto zauważyć iż struktura drzewa katalogów nie wymusza sposobu rozkładu danych w systemie plików — tak długo jak identyfikatory pozostają unikalne, pliki przez nie opisywane mogą znajdować się w tym samym katalogu¹.

2.2.2 Różnice w identyfikacji plików wśród różnych systemów operacyjnych

Format ścieżki do pliku narzucany jest niezależnie od zastosowanego systemu plików przez system operacyjny.

Systemy kompatybilne ze standardem POSIX, wywodzące się z Unixów takie jak Apple MacOS czy rodzina BSD, a także rodzina GNU/Linux używają drzew katalogów z pojedynczym, nienazwanym korzeniem oznaczanym symbolem prawego ukośnika (slash) — '/'.

Symbol prawego ukośnika jest również używany jako separator elementów (poziomów) ścieżki i nie może stanowić elementu identyfikatora węzła w wymienionych środowiskach. Przykład ścieżki zgodnej ze standardem POSIX:

`/home/idlecode/projects/mru/doc/main.tex`

¹W praktyce ilość plików które mogą należeć do jednego węzła zależy od rozmiaru licznika użytego w implementacji.

Systemy operacyjne z rodziny Windows korporacji Microsoft² wykorzystują natomiast lewy ukośnik (backslash) — '\' — jako separator komponentów ścieżki oraz uniemożliwiają stosowanie większej ilości symboli w nazwach.

System plików systemu Windows może posiadać kilka korzeni (po jednym dla każdego wolumenu/dysku) oznaczanych pojedynczymi, zwykle dużymi literami alfabetu łacińskiego. Litera dysku wraz z symbolem dwukropka poprzedza właściwą ścieżkę do pliku.

Przykład ścieżki używanej w systemach operacyjnych Windows korporacji Microsoft:

```
C:\Users\idlecode\My Documents\Projects\MRU\doc\main.tex
```

Dodatkowo w przypadku obu³ wyżej wymienionych schematów, nazwy elementów nie mogą zawierać znaku zerowego (NUL — o kodzie heksadecymalnym 0x00), który może zostać zinterpretowany jako koniec łańcucha znaków.

Większość implementacji pozwala zawrzeć pełen zakres symboli (znaków) w ścieżce za pomocą kodowań z rodziny UTF przy czym pojedynczy identyfikator może mieć maksymalną długość 255 bajtów. Ograniczenie długości całkowitej ścieżki, jeśli istnieje jest wynosi ustawione na poziomie. Warto tu zauważyć iż systemy z rodziny Windows zachowują wielkość liter w identyfikatorach lecz przy interpretacji ścieżek — rozwijaniu ich do odpowiadających węzłów — nie gra ona znaczenia co nie ma miejsca w systemach klasy POSIX. Istnieje również możliwość stosowania ukośników prawych do rozdzielania komponentów ścieżki tak jak to ma miejsce w systemach POSIX-owych.

Istnieje jeszcze kilka schematów zapisu ścieżek, które nie zostały przybliżone ze względu na zakres niniejszej pracy.

²Istnieje wiele więcej systemów operacyjnych używających podobnego schematu

³System MacOS nie posiada tego ograniczenia

2.3 Metadane

Metadane z definicji są danymi opisującymi inne dane. Metadane stosowane są w przypadkach gdy nie istnieje fizyczna możliwość dołączenia lub dodatkowe informacje są zbyt luźno powiązane z opisywanymi danymi. Przykładem metadanych mogą być karty biblioteczne — informują one o statusie i historii np. książki nie będąc jej integralną częścią.

W systemach plików, metadane dostarczają informacji o plikach zapisanych w drzewie katalogów. Przykładem komputerowych metadanych może być wspominana wcześniej nazwa czy ścieżka do pliku, która nie jest jego integralną częścią — może zostać zmieniona bez naruszania struktury przechowywanego dokumentu. Dodatkowo systemy plików często dostarczają ogólnych atrybutów — meta-informacji możliwych do uzyskania z dowolnego typu pliku takich jak jego rozmiar, czas utworzenia/ostatniej modyfikacji czy prawa dostępu. Ciekawym przykładem metadanych są rozszerzenia nazw plików — sufiksy rozpoczynające się od ostatniego znaku kropki w nazwie. Rozszerzenia odgrywały ważną rolę w systemach operacyjnych korporacji Microsoft gdzie stanowiły integralną część nazwy i pozwalały systemowi skojarzyć typ pliku z programem go obsługującym. W systemach POSIX-owych informacja o typie pliku jest zwykle przekazywana wraz z kontekstem uruchomienia aplikacji operującej na pliku (za pomocą linii komend) lub pomijana całkowicie — wiele aplikacji takich systemów operuje na plikach jako ciągu bajtów i nie rozróżnia ich typów.

Niektóre formaty plików (szczególnie multimedialnych) pozwalają na integrację metadanych z samym plikiem. Jako że pliki (szczególnie binarne) mogą stosować dowolną strukturę zapisu, nie istnieje ogólny algorytm wyciągnięcia zawartych w ten sposób informacji. Istnieje natomiast wiele bibliotek umożliwiających odczyt informacji z określonego typu pliku.

Rozdział 3.

Środowisko pracy

Rozdział ten zawiera opis środowiska które zostało użyte do stworzenia implementacji, a także architektury samej aplikacji.

3.1 Język C++

Do implementacji aplikacji MRU został użyty język C++ w standardzie z roku 2003 (ISO/IEC 14882:2003). Język C++ jest dojrzałym, wieloplatformowym językiem programowania średniego poziomu, używanym od wielu lat przez programistów na całym świecie do tworzenia aplikacji, sterowników czy nawet systemów operacyjnych. Dzięki kompatybilności z C¹ pozwala na wykorzystanie wielu istniejących bibliotek napisanych zarówno w C jak i C++.

LLVM — Low Level Virtual Machine — jest modułową architekturą do budowy kompilatorów. Pozwala ona na oddzielenie parserów różnych języków programowania (frontendów) od modułu optymalizacji (wspólnych dla wszystkich języków kompilowanych) i emiterów kodu bajtowego (backendów) dla różnych platform.

¹C++ nie jest całkowicie kompatybilny z C, jednak różnice w obu tych językach są na tyle małe że zwykle nie wpływają negatywnie na kompatybilność (szczególnie na poziomie ABI).

Clang jest frontendem języków C i C++ dla architektury LLVM. Projekt jest otwarty (wydawany na licencji BSD) i zdobywa coraz większą popularność² dorównując i przewyższając w niektórych testach GCC.

3.2 System operacyjny FreeBSD

System FreeBSD jest systemem operacyjnym z rodziny BSD wywodzącej się z kolei z rodziny UNIX-ów. Podobnie do dystrybucji GNU/Linux, sam w sobie wraz z wieloma, otwartymi bibliotekami tworzonymi przez społeczność stanowi środowisko przyjazne programistom.

3.3 Mercurial

Do zarządzania plikami źródłowymi oraz kopią zapasową został wykorzystany rozproszony system kontroli wersji Mercurial. Wraz z serwisem bitbucket.org pozwala on na synchronizację kodów źródłowych między wieloma maszynami, ułatwiając tym samym pracę nad pojedynczym projektem wielu programistów.

W odróżnieniu od scentralizowanych systemów kontroli wersji takich jak SVN, Mercurial, podobnie jak Git nie wymaga pojedynczego serwera, ani serwera w ogóle. Pełne repozytorium jest trzymane na każdej maszynie z której korzysta programista, a praca różnych programistów (zmiany w kodzie) może być synchronizowana między nimi samymi.



Rysunek 3.1: Logo systemu Mercurial

²Od listopada 2012 Clang wraz z LLVM stał się domyślnym kompilatorem dla systemu FreeBSD

3.4 CMake

Aby projekt był jak najbardziej przenośny i niezależny od platformy, ważne jest aby jego proces budowania był również taki był. W celu zapewnienia łatwego wsparcia dla budowania projektu na wielu platformach i wielu łańcuchach narzędziowych, MRU stosuje CMake — narzędzie do zarządzania procesem kompilacji i zależnościami.

CMake pozwala programiście określić z jakich elementów składa się program i jakich zewnętrznych zasobów (bibliotek) wymaga. Narzędzie następnie interpretuje skryptowy plik konfiguracyjny i tworzy natywne dla danej platformy pliki projektowe zawierające odpowiednią do zbudowania projektu konfigurację.

3.5 Vim

Edytor Vim jest rozszerzoną wersją klasycznego vi, który jest standardowym oprogramowaniem w przypadku dystrybucji zarówno GNU/Linux jak i systemów z rodziny BSD. Vim jest platformą dla wielu pluginów które tworzą jego faktyczną funkcjonalność. Vim sam w sobie wspiera pracę z wieloma dokumentami, koloruje składnie plików źródłowych i posiada wiele komend ułatwiających produkcję kodu. Dzięki wtyczkom istnieje możliwość rozszerzenia go o zaawansowane kompletowanie składni czy szybkie wstawki kodu (ang. snippets).



Rysunek 3.2: Logo edytora Vim

Rozdział 4.

Implementacja

4.1 Wykorzystane biblioteki

4.1.1 SigC++

SigC++ jest biblioteką dla języka C++ implementującą bezpieczny (ze względu na typy) mechanizm sygnałów. Sygnały (zdarzenia) są wysokopoziomowym odpowiednikiem wywołań zwrotnych używanych do wstrzykiwania kodu programisty-użytkownika do istniejącej implementacji. W językach niskopoziomowych, takich jak C często stosuje się do tego celu wskaźniki

do funkcji, jednak ich niskopoziomowa natura może powodować trudne do wykrycia błędy spowodowane przekazaniem złego typu wskaźnika lub błędnej jego sygnatury. Biblioteka udostępnia wysokopoziomowe szablony obiektów sygnałów jak i interfejsy do zastosowania w klasach użytkownika, ułatwiające w znaczny sposób zarządzanie podpiętymi zdarzeniami.



Rysunek 4.1: Logo biblioteki SigC++

SigC++ jest często używana w projektach GUI takich jak projekt pulpitu GNOME; w takim też celu zostanie ona użyta w aplikacji MRU.

4.1.2 boost::filesystem

Biblioteka `boost::filesystem` pozwala na niezależny od systemu operacyjnego dostęp do drzewa katalogów. Ze względu na swoją uniwersalność została użyta jako podstawowy sterownik (moduł wyjścia — output module) w aplikacji MRU.

4.1.3 `boost::property_tree`

`boost::property_tree` jest drzewiastym (hierarchicznym) kontenerem ogólnego przeznaczenia¹, który posłuży jako główne źródło informacji o wtyczkach i samym rdzeniu aplikacji MRU.

4.1.4 `boost::program_options`

Biblioteka `boost::program_options` udostępnia wygodny i rozszerzalny parser argumentów przekazanych programowi z linii komend.

4.1.5 `wxWidgets`

`wxWidgets` jest wielopatformową biblioteką do tworzenia graficznych interfejsów użytkownika (ang. GUI). W projekcie została wykorzystana do stworzenia wtyczki interfejsu (ui module) `wxWidgetsUi`. `wxWidgets` udostępnia i pozwala tworzyć przenośny zestaw klas kontrolki, które są tłumaczone na natywne kontrolki środowiska uruchamiającego aplikację.

4.1.6 ICU

ICU — International Components for Unicode— jest biblioteką opracowaną przez IBM wspierającą lokalizację, globalizację i umożliwiającą operacje na łańcuchach znaków w kodowaniach UTF.

Jako że główne operacje w aplikacji MRU przeprowadzane są na łańcuchach znaków, istotne jest aby wykonywane były one z należytą precyzją. ICU jest najbardziej zaawansowaną, ogólnie dostępną biblioteką tego typu z długą historią zastosowań.

¹Z założenia biblioteka `boost::property_tree` została stworzona do reprezentacji struktury ogólnych plików konfiguracyjnych lecz nic nie stoi na przeszkodzie aby traktować ją jako ogólny kontener

4.2 Rdzeń aplikacji - klasa MruCore

Rdzeniem aplikacji jest klasa MruCore stanowi ona interfejs do całej funkcjonalności programu i udostępnia informacje o jego działaniu. <!TODO!>

4.3 Wyrażenia zawierające metatagi

Najważniejszym elementem projektu MRU są metatagi wraz metawyrażeniami na które się składają. Metawyrażenia używane są jak wzorzec (szablon) na podstawie którego generowane są kolejne nazwy plików.

Metatagi są reprezentacjami wywołań do odpowiadającym im wtyczek. Za każdym razem gdy MRU zmienia plik na którym operuje, metawyrażenie jest ewaluowane, każde wystąpienie tagu jest przekładane na wywołanie odpowiedniej metody na obiekcie wtyczki, a rezultat tego wywołania jest wstawiany w miejsce wystąpienia tagu.

Metatag jest identyfikatorem wprowadzonym do zwykłego tekstu, składającym się z czterech elementów które nie mogą zostać rozdzielone białymi znakami. Metawyrażenie rozpoczyna się od symbolu procent — '%' — po którym następuje nazwa metatagu składająca się ze znaków alfanumerycznych alfabetu łacińskiego². Po nazwie

Rysunek 4.2: Metatag z wyróżnionymi elementami na niego się składającymi

następuje para nawiasów — '(' wraz z ')' — zawierających opcjonalnie listę parametrów inicjalizacyjnych metatag. Nie istnieją ograniczenia co do zawartości listy inicjalizującej — może ona zawierać pełen zakres znaków włączając to znaki zakończenia listy (nawiasy zamykające) o ile są odpowiednio oznaczone³. Ostatnim elementem jest opcjonalny zakres działania metatagu — jest to obszar zawierający się między parą nawiasów klamrowych

²Z technicznego punktu widzenia nic nie stoi na przeszkodzie aby do zapisu nazwy metataga zastosować pełen zestaw znaków, lecz ze względu na globalizację — nie wszyscy użytkownicy potrafili by używać każdej nazwy — zastosowano wyżej opisaną konwencję.

³Aby zignorować interpretację znaku specjalnego w metawyrażeniu, można użyć ogólnie znanego schematu wyłączania znaków — poprzedzania ich symbolem '\\'

Rysunek 4.3: Przykładowe metawyrażenie wraz z wyróżnionymi elementami metatagów

('{' oraz '}') który sam w sobie jest metawyrażeniem. Dzięki temu, efekty metatagów mogą się na siebie nakładać.

Parsowanie metawyrażenia rozpoczyna się od tokenizacji — wydzieleniu znaczących dla wyrażenia elementów takich jak symbole (procent, nawiasy), a także ciągi znaków alfanumerycznych oraz białych. Na podstawie listy tokenów budowane jest drzewo wywołań, które jest strukturą zawierającą kolejność oraz zależności między metatagami. Drzewo wywołań składa się jedynie z metatagów. Aby otrzymać taką strukturę, ciągi surowego tekstu (nie będące metatagami) zostały zamienione na wywołania anonimowych (nienazwanych) metatagów, których argumentami inicjalizującymi są właśnie surowe ciągi tekstu, a jedyną funkcją — zwrócenie argumentów z listy inicjalizującej. Dzięki temu ewaluacja wyrażeń jest prostsza, a dodatkowy anonimowy metatag może zostać wykorzystany na przykład do zmiany kodowania surowego tekstu.

4.4 System modułów i jego implementacja

4.5 Typy modułów w MRU

4.6 Moduły UI

4.6.1 wxWidgetsUi

4.6.2 TextUi

4.7 Moduły output

4.7.1 GenericBoost

4.8 Moduły metatagów

4.8.1 Count

4.8.2 Audio

4.8.3 CRC

4.8.4 ToLower

Rozdział 5.

Wnioski

Rozdział 6.

Definicje

ABI - Application Binary Interface, binarny interfejs aplikacji — pozwala dwóm programom komputerowym na wymianę informacji na najniższym, niezależnym od języka programowania poziomie abstrakcji.

I - macierz opisująca obraz wejściowy

w - szerokość obrazu wejściowego, liczba kolumn macierzy I

Lista publikacji

C. Zet, H. Kiese Wetter, M. Skoczylas, L. Westerberg, R. Spohr. A system for irradiating polymer films with a preset number of ions. GSI Scientific Report, Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH (GSI), 154, 2003

C. Zet, C. Foslau, M. Skoczylas, L. Westerberg, R. Spohr. System for irradiating polymer films with a preset number of ions. SIELMEN, 4th International Conference on Electromechanical and Power Systems vol. 2, 167-170, 2003

M. Skoczylas, K. Andrzejewski. Krzyżtopór. Telewizja Polska, wyd. Rzeczpospolita, Akademia Filmu i Telewizji Warszawa, 2005