

**ПРИЛАГОЂЕЊЕ ИНТЕРНЕТ ПРЕГЛЕДАЧА НА DIRECTFB ГРАФИЧКУ БИБЛИОТЕКУ****AN ADAPTATION OF INTERNET BROWSER TO DIRECTFB GRAPHICS LIBRARY**

Милица Божић, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Област – РАЧУНАРСТВО И АУТОМАТИКА**

**Кратак садржај** – *Задатак овог рада јесте прилагођење интернет прегледача на произвољну графичку библиотеку, конкретно DirectFB. Овај задатак је сачињен од две целине, које је потребно испунити. У првој целини неопходно је развити тестну апликацију за приказивање графичког садржаја користећи DirectFB библиотеку. У другој целини потребно је прилагодити интернет прегледач, то јесте реализовати Ozone интеграцију, да користи DirectFB библиотеку за приказ садржаја на екран.*

**Кључне речи:** *Chromium, Ozone платформа, DirectFB графичка библиотека*

**Abstract** – *The task of this work is to adapt an internet browser to an arbitrary graphics library, specifically DirectFB. This task consists of two parts that need to be fulfilled. In the first part, it is necessary to develop a test application for displaying graphical content using the DirectFB library. In the second part, it is necessary to adapt the internet browser, i.e., to implement Ozone integration, to use the DirectFB library for displaying content on the screen.*

**Keywords:** *Chromium, Ozone platform, DirectFB graphics library*

**1. УВОД**

Брзи напредак интернет технологија и растућа потражња за високоперформансним интернет апликацијама истакли су важност ефикасних и прилагодљивих интернет прегледача. *Chromium*, пројекат интернет прегледача отвореног кода, постао је популаран због своје архитектуре и могућности прилагођавања. Разноврсност хардвера и оперативних система представља изазов у осигуравању оптималних перформанси на свим платформама.

Циљ овог рада јесте прилагођење интернет прегледача на *DirectFB* графичку библиотеку. Прво је потребно развити тестну апликацију за приказивање графичког садржаја користећи *DirectFB*. Затим је потребно прилагодити *Chromium* за *Ozone* интеграцију како би користио *DirectFB* за приказ садржаја. Ово омогућава ефикасан рад *Chromium*-а на уређајима са ограниченим графичким ресурсима.

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Илија Башичевић.

Мотивација за пројекат произилази из потребе за оптимизацијом перформанси интернет прегледача на уграђеним системима са мањом графичком моћи. *DirectFB* нуди ефикасно руковање графиком, што га чини идеалним за такве уређаје. Прилагођавање *Chromium*-а на *DirectFB* може значајно побољшати перформансе рендеровања и корисничко искуство, омогућавајући боље уграђене интернет апликације.

**2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ****2.1. Интернет прегледачи**

Интернет прегледачи су основне софтверске апликације које корисницима омогућавају приступ, преузимање и интеракцију са садржајем на *World Wide Web*-у. Они служе као интерфејс између корисника и огромних ресурса доступних на мрежи.

Главна функција интернет прегледача јесте приказивање интернет ресурса, захтевајући га од сервера, у интернет прозору. Ресурс је најчешће *HTML* документ. Лоциран је на месту означеном *URL* адресом.



Слика 1. Основне компоненте прегледача

Основне компоненте прегледача су (Слика 1):

- Кориснички интерфејс,
- Прегледачки погон,
- Погон за рендеровање,
- Мрежа,
- *Backend* корисничког интерфејса,
- *JavaScript* интерпретер,
- Складиште података.

Најпознатији интернет прегледачи укључују *Google Chrome*, *Mozilla Firefox*, *Microsoft Edge*, *Apple Safari* и *Opera*. Сваки од ових прегледача заузео је значајан удео на тржишту захваљујући својим јединственим карактеристикама, перформансама и корисничким интерфејсима. *Google Chrome* се посебно истиче као један од најпопуларнијих интернет прегледача на свету. Изграђен је на *Chromium* пројекту отвореног

кода, који служи као основа за неколико других прегледача.

## 2.2. Chromium

*Chromium* је пројекат интернет прегледача отвореног кода, који служи као основа за популарне прегледаче као што су *Google Chrome*, *Microsoft Edge* и *Brave*. Пројекат води *Google* уз доприносе бројних појединаца и организација. *Chromium* користи механизам *Blink*, настао од *WebKit*-а 2013. године.

Кључна карактеристика је његова природа отвореног кода, омогућавајући програмерима да прегледају, модификују и доприносе пројекту, што промовише транспарентност и заједнички развој. *Chromium* је изграђен на вишепроцесној архитектури која побољшава стабилност и безбедност изоловањем сваке картице у посебан процес.

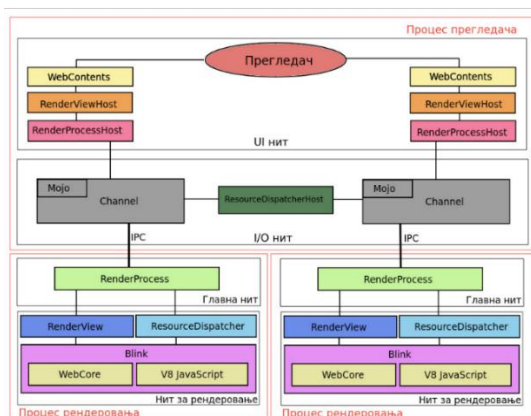
Подржава различите интернет стандарде и технологије као што су *HTML*, *CSS*, *JavaScript* и *WebGL*, и укључује брзи *JavaScript* погон *V8*. Активна заједница програмера доприноси пројекту кроз извештаје о грешкама, закрпе и нове функције, а редовна ажурирања побољшавају безбедност и перформансе.

*Google Chrome* додаје додатне функције као што су синхронизација са *Google* налозима, уграђени *PDF* прегледач, подршка за власничке медијске кодексе и интеграција са *Google* услугама.

### 2.2.1. Архитектура Chromium-а

*Chromium* користи више процеса да заштити целокупну апликацију од грешака и кварова у погону рендеровања или другим компонентама. Такође ограничава приступ из сваког процеса за рендеровање другим процесима и остатку система. На неки начин, ово доноси претраживању веба предности које су оперативним системима донели заштита меморије и контрола приступа [1].

Архитектура *Chromium*-а је дизајнирана као вишепроцесни модел који се састоји од процеса прегледача и више процеса рендеровања (Слика 2).



Слика 2. Приказ мултипроцесне архитектуре *Chromium*-а

Процес прегледача:

- *UI* нит: Одговорна за приказивање интернет страница.
- *I/O* нит: Рукује међупроцесном комуникацијом (*IPC*) и мрежним комуникацијама.

Главни објекти *UI* нити:

- *RenderProcessHost*: Повезује се са једним процесом рендеровања и одржава однос један-према-један. Шаље поруке специфичне за приказ на *RenderViewHost*.
- *RenderViewHost*: Прима поруке специфичне за приказ од *RenderProcessHost*-а и управља навигационим командама и догађајима уноса.
- *WebContents*: Представља таб који приказује интернет страницу.
- *Browser*: Представља прозор прегледача и може садржати више *WebContents* инстанци (*tab*-ова).

Главни објекти *I/O* нити:

- *Channel*: Олакшава *IPC* комуникацију између процеса прегледача и процеса рендеровања.
- *ResourceDispatcherHost*: Управља свим мрежним захтевима и комуникацијама.

Процес рендеровања:

- Главна нит: Управља међунитном комуникацијом.
- Нит за рендеровање: Рукује конструкцијом интернет страница.

Главни објекти главне нити:

- *RenderProcess*: Олакшава комуникацију између нити за рендеровање и *I/O* нити процеса прегледача.

Главни објекти нити за рендеровање:

- *ResourceDispatcher*: Прослеђује захтеве за преузимање садржаја процесу прегледача путем *IPC*-а.
- *Blink*: Погон за рендеровање, одговоран за конструкцију *DOM*-а и распоред страница, укључује *WebCore* и *V8 JavaScript* интерпретер.

Вишепроцесна архитектура *Chromium*-а побољшава перформансе и сигурност изолацијом процеса, осигуравајући стабилно и брзо искуство прегледања.

## 3. КОНЦЕПТ РЕШЕЊА

У циљу логичког поједностављења имплементације и лакшег праћења током израде, рад је подељен на три целине, односно на три фазе израде. Свака фаза представља логички заокружену целину.

У првом сегменту потребно је подесити окружење и *Chromium* пројекат *Linux* платформи.

У другој фази неопходно је упознавање са постојећом документацијом и њена анализа везано за *Chromium Web Browser* и *DirectFB* графичку библиотеку.

У трећој фази потребно је постојеће *DirectFB* примере наместити и прилагодити *Linux* платформи тако да се могу покренути приказујући садржај. С обзиром да *Linux Ubuntu* има проблем са покретањем *DirectFB* апликација, резултат треба да буде *DirectFB* апликација која шаље податке на диск као слику.

У другом делу треће фазе потребно је креирати *BUILD.gn* скелет за нови порт платформе и имплементирати неопходне класе *DirectFB* графичке библиотеке тако да *Chromium* ради користећи графичку библиотеку *DirectFB*.

### 3.1. Компоненте система

Рад се састоји из две целине. Прва је *DirectFB* апликација која шаље податке на диск као слику. Друга целина је *Chromium* пројекат који ради користећи графичку библиотеку *DirectFB*.

### 3.2. Платформа *Ozone*

Платформа *Ozone* је део *Chromium* екосистема, који служи да апстрахује код специфичан за различите платформе и прозорске системе. Ова апстракција омогућава *Chromium*-у да ради у различитим окружењима без потребе за поновним писањем кода за сваку платформу.

*Ozone* је слој апстракције платформе испод *Aura* прозорског система који се користи за унос ниског нивоа и графику. Када се заврши, апстракција ће подржати основне системе у распону од уграђених *SoC* циљева до нових *X11*-алтернативних прозорских система на *Linux*-у као што су *Wayland* или *Mir* да би се приказао *Aura Chromium* пружањем имплементације интерфејса платформе [2].

Главне карактеристике *Ozone* платформе су:

- Апстракција платформе,
- Вишеструки бекендови,
- Интеграција графичког стека,
- Руковање уносом,
- Управљање прозорима,
- Приступачност,
- Изазови интеграције,
- Сарадња у заједници,
- Безбедност и стабилност.

*Ozone* платформа је кључни део *Chromium* архитектуре, који омогућава конзистентне перформансе и понашање на различитим оперативним системима, прилагођавајући се специфичним аспектима сваке платформе и промовишући модуларност, прилагодљивост и сарадњу у пројекту отвореног кода.

### 3.2. Графичка библиотека *DirectFB*

*DirectFB* (*Direct Frame Buffer*) је софтверска библиотека са малим меморијским отиском која обезбеђује убрзање графике, руковање улазним уређајима и слој апстракције, као и интегрисани систем прозора са подршком за прозирне прозоре и више слојева приказа на врху *Linux* бафера оквира без потребе модификације језгра. *DirectFB* је бесплатан софтвер отвореног кода који подлеже условима *GNU* мање опште јавне лиценце (*GPL*) [3].

*DirectFB* је танка библиотека која обезбеђује потпуни слој апстракције хардвера са софтверским резервама за сваку графичку операцију коју основни хардвер не подржава, *DirectFB* додаје графичку снагу уграђеним системима и поставља нови стандард за графику под *Linux*ом.

*DirectFB* извршава само следеће задатке преко `/dev/fb` [4]:

- Подешавање видео режима (резолуција, дубина боје и времена),
- Меморијско мапирање бафера оквира и *I/O* портова и

- Промена области приказа (нпр. За двоструки бафер).

### 3.4. *BUILD.gn*

*GN* систем за грађење је мета-систем за грађење који је развио *Google* првенствено за *Chromium* пројекат. Дизајниран је да генерише датотеке за грађење за *Ninja*, који је брз систем за грађење ниског нивоа. *GN* има за циљ да ефикасно рукује сложености великих пројеката, пружајући баланс између флексибилности, брзине и лакоће коришћења.

Кључне функционалности *BUILD.gn* укључују:

- Дефинисање циљева грађења – специфицира различите типове циљева грађења, као што су извршне датотеке, дељене библиотеке, статичке библиотеке и скупови извора.
- Управљање зависностима – управља зависностима између различитих компоненти пројеката, осигуравајући да свака компонента буде изграђена у исправном редоследу.
- Конфигурационе поставке – укључује разне конфигурационе поставке, као што су заставице компајлера, директоријум за укључивање и платформско-специфичне поставке, које контролишу процес компилације.

## 4. ПРОГРАМСКО РЕШЕЊЕ

### 4.1. Тестна апликација за приказивање графичког садржаја користећи *DirectFB* библиотеку

Први задатак је био развој апликације за приказивање графичког садржаја користећи *DirectFB* библиотеку. Због проблема са покретањем *DirectFB* апликација на *Ubuntu*-у, решење је било чување излазних података на диску у облику слике.

На *Github*-у се могу наћи примери једноставних *DirectFB* апликација за демонстрацију различитих функција. За овај задатак је коришћен пример *df\_window*, који показује како креирати, управљати и комуницирати са више прозора користећи *DirectFB*.

Као и у другим примерима, коришћена је макро дефиниција за проверу повратне вредности *DirectFB* функција, која избацује поруку о грешци ако резултат није *DFB\_OK*.

За чување излазних података на диску коришћена је функција *Dump()*, која штампа информације о површини као што су величина, формат и други детаљи, помажући у инспекцији и дијагнози током развоја.

### 4.2. Прилагођење интернет прегледача да користи *DirectFB* библиотеку за приказ садржаја на екран

Ова целина описује имплементацију прилагођавања *Chromium* интернет прегледача за коришћење *DirectFB*-а кроз *Ozone* слој апстракције платформе. Након подешеног развојног окружења први корак је био креирање скелета *BUILD.gn* за нови платформски порт, а срж софтверског решења укључивала је имплементацију компоненти специфичних за *DirectFB*:

- *DirectFBConnector*,
- *DirectFBPlatformWindow*,
- *DirectFBPlatformScreen*,

- *DirectFBSurface*,
- *DirectFBSurfaceFactory*,
- *GLOzoneEGLDFB*,
- *OzonePlatformDirectFB*.

*DirectFBConnector* класа служи као синглтон одговоран за иницијализацију и деиницијализацију *DirectFB* оквира. Управља главним *DirectFB* интерфејсом, слојем приказа, креирањем прозора и компонентама за руковање догађајима. Ова класа прати синглтон образац како би се осигурало да постоји једна инстанца одговорна за одржавање *DirectFB* стања током животног циклуса апликације. Она обухвата заплетености иницијализације *DirectFB*-а, креирања прозора и управљања ресурсима, пружајући чист и организован интерфејс за остатак апликације за интеракцију са *DirectFB* оквиром.

Класа *OzonePlatformDirectFB* служи као специјализована имплементација *Ozone* платформе, прилагођена конкретно за *DirectFB* окружење. Интегрише различите компоненте неопходне за управљање прозорима, површинама, методама уноса и приказима, чиме омогућава беспрекорну графичку и улазни интерфејс за апликације.

Све те класе заједно чине окосницу графичког и подсистема корисничког интерфејса дизајнираног за интеграцију са *DirectFB* платформом. Свака класа има специфичну улогу, доприносећи укупној функционалности и модуларности система. Употреба шаблона дизајна, као што су фабрички образац и синглтон образац, побољшава организацију кода и могућност одржавања. Интеграција графичких библиотека као што су *Skia* и *OpenGL* показује свестраност и проширивост система за руковање различитим графичким захтевима.

## 5. РЕЗУЛТАТИ

### 5.1. Тестна апликација за приказивање графичког садржаја користећи *DirectFB* библиотеку

С обзиром да *Ubuntu* има проблем са покретањем *DirectFB* апликација, решење је била *DirectFB* апликација која излазне податке чува на диску у виду слике. За резултат смо требали добити слику са *DirectFB* логом, што се и види на слици (Слика 3).



Слика 3. Приказ резултата при покретању *DirectFB* апликације

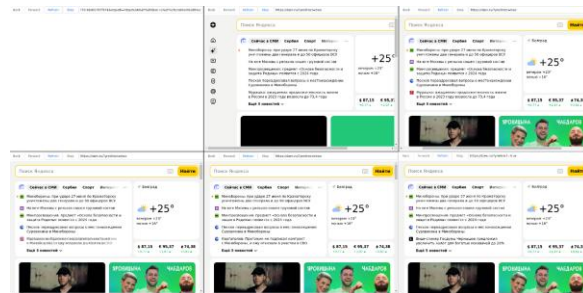
### 5.2. Прилагођене интернет прегледача да користи *DirectFB* библиотеку за приказ садржаја на екран

У сврху верификације резултата, покренули смо различите странице и видели како се страница парсира, рендерује и приказује заправо.

Кључну улогу има функција *SaveAsImage()* у класи *DirectFBConnector*. Она служи као алтернативни механизам за проверу графичког излаза приликом покретања *Chromium*-а на *Linux*-у са *DirectFB*-ом. Ова

функција хвата тренутно стање *DirectFB* прозора и чува га као слику на диску.

За пример је узето учитавање странице која константно мења свој изглед због реклама које се смеђују на страници. Као, на пример, код *Yandex.ru* странице. Страница се врло брзо учитавала али при томе је константно мењала изглед, те је сачувано чак 170 слика пре него је прекинуто. Учитавање је било успешно као што се може видети на сликама (Слика 4).



Слика 4. Приказ учитавања странице *Yandex.ru*

## 6. ЗАКЉУЧАК

Циљ рада је био да реши изазов прилагођавања *Chromium* интернет прегледача за коришћење *DirectFB*, лагане графичке библиотеке, кроз *Ozone* апстрактни слој платформе. Интеграција *DirectFB* у *Chromium* имала је за циљ да побољша перформансе прегледача на уграђеним системима са ограниченим могућностима графичке обраде. Систематским приступом овом задатку, демонстрирали смо изводљивост и предности таквих адаптација, доприносећи вредним увидима и практичним решењима у области развоја интернет прегледача.

Овај рад доприноси текућем развоју и оптимизацији интернет прегледача за разноврсне хардверске платформе. Успешна интеграција *DirectFB*-а у *Chromium* истиче флексибилност архитектуре *Chromium*-а, показујући његову прилагодљивост различитим графичким библиотекама. Увиди стечени из овог пројекта могу бити основа за будући рад на оптимизацији интернет прегледача за уграђене системе и друге специјализоване употребе.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Multi-process Architecture; URL: <https://www.chromium.org/developers/design-documents/multi-process-architecture/>
- [2] Ozone Overview; URL: [https://chromium.googlesource.com/chromium/src/+HEAD/docs/ozone\\_overview.md](https://chromium.googlesource.com/chromium/src/+HEAD/docs/ozone_overview.md)
- [3] Wikipedia: DirectFB; URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/DirectFB>
- [4] DirectFB; URL: <https://elinux.org/DirectFB>

### Кратка биографија:

**Милица Божић** рођена је у Добоју 1998. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Рачунарство и аутоматика одбранила је 2024. год.  
контакт: milicab98@gmail.com