

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Ukládání archivních dat a efektivní kódování obrazu s využitím DNA</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Matouš Vobr</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra radioelektroniky
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Karel Fliegel, Ph.D.
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	FEL ČVUT v Praze, Katedra radioelektroniky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>V rámci zadání této diplomové práce měl být podán přehled současného stavu v oblasti využití DNA pro ukládání archivních dat. Student se měl zaměřit zejména na přístupy vedoucí k efektivnímu kódování obrazu za účelem archivace pomocí DNA a to zejména s ohledem na standardizační aktivitu JPEG DNA. Dále se měl student seznámit s dostupnými nástroji pro simulaci souvisejících metod ukládání a kódování dat do DNA. Vybrané přístupy měly být implementovány a ověřena jejich účinnost. Vzhledem k tomu, že jde o poměrně novou a stále se rozvíjející oblast, dosud neexistuje žádný publikovaný standard pro kompresi a ukládání obrazu s využitím DNA, lze považovat zadání za náročnější.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>Výše shrnuté zadání práce bylo splněno v plném rozsahu a velmi dobré kvalitě zpracování. Byl podán přehled současného stavu ve zkoumané oblasti, zejména s ohledem na standardizační aktivity JPEG DNA. Byla ověřena a porovnána účinnost různých přístupů kódování dat do DNA, kde byla hodnocena kvalita rekonstruovaného obrazu pomocí konvenčních metod. Navíc bylo nutno se soustředit na dodržování restrikcí DNA kódu, chybovost, robustnost vůči těmto chybám a výpočetní náročnost.</p>	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatné tvůrčí práce.</i>	
<p>Student pracoval na úvodní analýze zadaného problému již v rámci předcházejícího projektu. Po celou dobu řešení projektu i navazující diplomové práce student pracoval velmi samostatně a na konzultace se hlásil spíše méně. Dodržoval však dohodnuté termíny a na konzultace byl vždy dobře připraven. Je třeba poznamenat, že problematika ukládání dat s využitím DNA je v souvisejících předmětech studijního programu diskutována spíše okrajově. Diplomant tak byl odkázán na samostatné studium dostupných odborných článků a dalších materiálů, zejména pak výstupů standardizačních aktivit JPEG DNA. Student prokázal schopnost samostatné tvůrčí práce.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Předložená práce je provedena s velmi dobrou odbornou úrovní. Student využil znalostí získaných studiem, kde s výhodou mohl čerpat z překryvu v rámci bakalářského studijního programu Lékařská elektronika a bioinformatika, který absolvoval. Hlavním cílem této práce bylo ověřit a porovnat účinnost různých přístupů kódování dat do DNA na vybraném testovacím setu obrazových souborů. Byla vyhodnocena kvalita rekonstruovaného obrazu, dodržování restrikcí DNA kódu, chybovost, robustnost a výpočetní náročnost kódování a dekodování obrazu. Byly použity různé JPEG kodéry obrazu v kombinaci s transkodovacími DNA schémata. Mezi cenné výsledky patří zejména porovnání přístupů, kdy nejlepší výsledky v dodržování biochemických restrikcí a nejnižší chybovosti dosáhla schémata Goldman, Grass a Church. Konkrétně testovaná kombinace JPEG XL obrazového kodéru s Goldman DNA schématem se ukázala jako nejefektivnější a nejrobustnější. Velmi</p>	

zajímavé a aktuální je v práci prezentované ověření schématu bezeztrátového kódování obrazových dat JPEG pomocí kodéru JPEG XL s následným transkódováním do DNA. Toto je totiž schéma, které má z uvedených asi největší aplikační potenciál. Zásadní nevýhodou použitého přístupu je nutnost využití externího simulátoru chybovosti syntézy, kapsulace a sekvencování DNA řetězců, konkrétně MESA MOSLA. Ideální by bylo mít k dispozici vlastní řešení, nebo aspoň upravenou lokální implementaci zmíněného nástroje. To by umožnilo efektivní optimalizaci metod protichybového kódování. Jde však zřejmě o úkol, který by byl nad rámec rozsahu této diplomové práce.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**B - velmi dobře**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Text diplomové práce obsahuje zanedbatelné množství překlepů a gramatických nedostatků. Pro sazbu textu byl použit profesionální systém a tím je dána i vysoká typografická kvalita výsledného dokumentu. Přehledně jsou zpracovány ilustrační obrázky, grafy a schémata. Vlastní text práce je zpracován na přibližně 40 stranách a v některých částech by si popis zasloužil podrobnější rozpracování.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Vzhledem k aktuálnosti problematiky diplomant pracoval zejména s nejnovějšími odbornými články z časopisů, sborníků mezinárodních konferencí a dalších volně dostupných zdrojů. Seznam použité literatury uvádí 54 vhodně zvolených pramenů. Z velké části jsou také použity kvalitní volně dostupné zdroje z oblasti standardizace, referenčních implementací algoritmů nebo obrazových databází. Je nutno vyzdvihnout, že jde o aktuální aktivity, kde pracovní návrh specifikací JPEG DNA by měl být publikován v říjnu 2024, po němž bude následovat draft mezinárodního standardu v lednu 2025. Podle mého názoru jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny a použité prameny důsledně citovány.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Mezi hlavní dosažené výsledky patří zejména prezentovaná analýza současného stavu v této nové oblasti výzkumu, přehled souvisejících softwarových nástrojů a zejména pak experimentální část, která prezentuje zajímavé výsledky. Implementované nástroje a simulace jsou funkční a mohou být dále rozvíjeny.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.*

Podle mého názoru předložená diplomová práce splňuje požadavky kladené na závěrečné práce tohoto typu. Student pracoval samostatně a využil vhodné zdroje v této relativně stále nové oblasti výzkumu. Výsledky dosažené v této práci lze považovat za velmi dobré. Domnívám se, že tato práce bude tvořit solidní základ pro navazující projekty.

V případě kvalitní obhajoby a pozitivního posudku oponenta, by vedoucí souhlasil s udělením lepší známky, než je uvedena v návrhu níže.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 17.6.2024

Podpis: Ing. Karel Fliegel, Ph.D.