دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گروه مهندسی برق- مخابرات

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق- مخابرات( سیستم)

عنوان

# کدینگ توأم منبع و کانال برای انتقال سیگنال های ویدئویی با استاندارد H.264

استاد راهنما

دکتر علی آقاگل زاده

اساتید مشاور

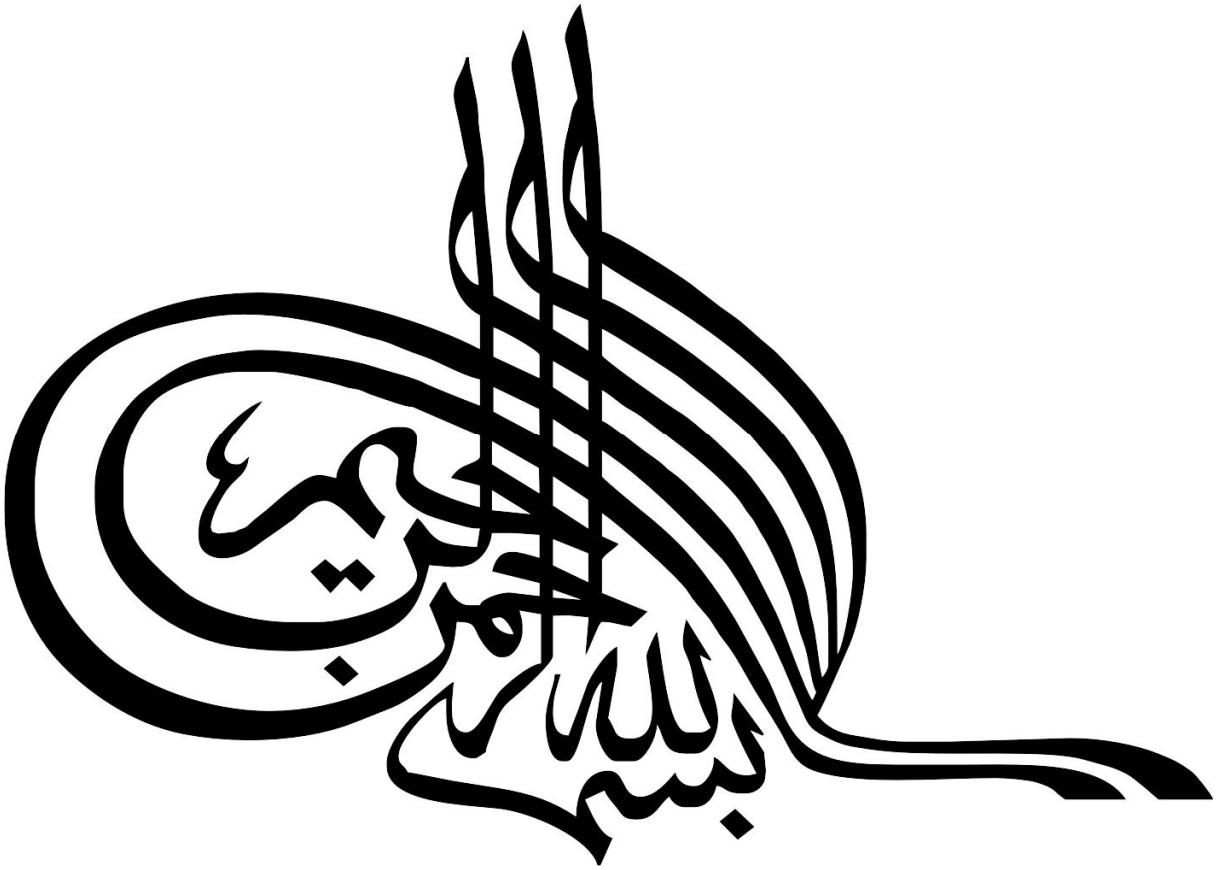
دکتر میر جواد موسوی نیا

دکتر حیدر ردها

پژوهشگر

مصطفی براری

شهریور ۱۳۸۸


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

پدر

و

مادر

عزیزم

# تقدیر و تشکر:

شکر و سپاس پروردگار عالم را که موفقّم گردانید تا در عرصه علم و دانش، پله‌های سعادت و تعالی را طی کنم و در این راه خطیر و پر نشیب و فراز بزرگوارانی خالصانه و دلسوزانه تأثیرگذار بودند که ابراز قدردانی از آنان را بر خود واجب می دانم.

وجود پر مهر پدری دلسوز و زحمت کش و مادری مهربان و فداکار که صبورانه مرا تحمل کرده و اصلی‌ترین مشوق‌های زندگی ام هستند، از این بزرگواران تشکر و قدردانی می کنم و همواره و در تمامی مراحل زندگی، خود را مدیون آنان می دانم.

بهترین تشکراتم را تقدیم استاد گرانقدر، پر تلاش و دلسوزم، جناب آقای دکتر علی آقاگل زاده می نمایم که در طول دورهٔ تحصیلی با صبر و حوصله یاریم نموده، بهترین دوست، بهترین راهنما در امور تحصیلی و بهترین مشاور در فراز و نشیب زندگی ام در این دوره بوده اند.

شهریور ۱۳۸۸

مصطفی براری

**نام خانوادگی:** براری شفیعی **نام:** مصطفی

**عنوان پایان‌نامه:** کدینگ توأم منبع و کانال برای انتقال سیگنال های ویدئویی با استاندارد H.264

**استاد راهنما:** دکتر علی آقا گل زاده

**استاد مشاور:** دکتر میرجواد موسوی نیا **استاد مشاور:** دکتر حیدر ردها

**مقطع تحصیلی:** کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی برق **گرایش:** مخابرات(سیستم)

**دانشگاه:** تبریز

**دانشکده:** مهندسی برق وکامپیوتر **تاریخ فارغ‌التحصیلی: ۱۳۸۸/۶/۳۱** **تعداد صفحه: ۱۰۲**

**واژه‌نامه:** کدینگ توأم منبع و کانال، کدینگ مقیاس پذیر، H.264/SVC، لایه پایه، لایه بهبود.

**چکیده:** شیوه مرسوم کدینگ منبع و کانال بدین گونه می باشد که هر کدام به طور جداگانه انجام می شود. در سال ۱۹۴۸، شانون ثابت کرد که می توان کدینگ منبع و کانال را به طور جداگانه و بدون ایجاد خللی در بهینه بودن کدینگ منبع و کدینگ کانال، انجام داد، و به قضیه جدا پذیری[۱] معروف می باشد. این قضیه بر اساس این فرض که کد های منبع دارای طول زیادی باشد و این طول به بی نهایت میل کند، استوار است که منجر به تأخیر بی نهایت و پیچیدگی سیستم می شود. این فرض در عمل به علت وجود محدودیت در تأخیر پردازش و توان محاسباتی، معمولاً بر قرار نیست، چرا که نیاز به تأخیر کم و بلوک های کوچک که منجر به محدودیت در طول کد می شود، وجود دارد. در نتیجه نیاز به کدینگ توأم منبع و کانال[۲] احساس می شود.

اعوجاج[۳] کدینگ منبع با افزایش نرخ کدینگ کاهش می یابد، در حالی که اعوجاج کدینگ کانال با افزایش نرخ کدینگ افزایش می یابد. همچنین اعوجاج در گیرنده تابعی از فشرده سازی با اتلاف ویدئو و نیز خطای ناشی از کانال می باشد. در نتیجه می توان مسئله کدینگ توأم منبع و

[۱] - Separability Theorem
[۲] - Joint Source Channel Coding
[۳] - Distorition

کانال را به اختصاص بهینه بیت بین کدکننده منبع و کانال با توجه به تغییرات منبع و کانال، تقلیل داد. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که الگوریتم ارائه شده در پایان نامه، نسبت به الگوریتم های موجود، از نظر معیارهای دیداری و عددی بهبود پیدا کرده اند.

# فهرست


فصل اول..... ۱

بررسی منابع و تحلیل پژوهشهای انجام یافته دیگران..... ۱

۱-۱ مقدمه..... ۱

۱-۲ کدینگ ویدئو..... ۲

۱-۲-۱ ضرورت کدینگ ویدئوی مقیاس‌پذیر..... ٤

۱-۲-۲ مدهای رایج مقیاس‌پذیری..... ٦

۱-۲-۳ کاربردهای کدینگ ویدئوئی مقیاس‌پذیر..... ۸

۱-۲-٤ مقیاس‌پذیری در استانداردهای کدینگ ویدئو..... ۹

۱-۲-۵ مفاهیم اساسی برای توسعهٔ استاندارد H.264/AVC به استاندارد SVC ..... ۱۱

۱-۲-۵-۱ مقیاس‌پذیری زمانی..... ۱۲

۱-۲-۵-۱-۱ ساختار تخمین سلسله مراتبی..... ۱۳

۱-۲-۵-۲ مقیاس‌پذیری مکانی..... ۱٤

۱-۲-۵-۲-۱ تخمین بین لایه‌ای..... ۱۵

۱-۲-۵-۳ مقیاس‌پذیری کیفیت..... ۱٦

۱-۲-٦ کاستی‌های مربوط به طرح‌های مقیاس‌پذیر اولیه و مقایسه با بسط SVC در H.264 ..... ۱۷

۱-۳ کدینگ توأم منبع و کانال..... ۱۹

۱-۳-۱ ایده اساسی در کدینگ توأم منبع و کانال..... ۲۰

۱-۳-۲ منحنی اعوجاج کل سیستم..... ۲۱

١-٤ شیوه های تخصیص بیت در کدینگ توأم منبع و کانال..... ٣١
١-٥ نتیجه گیری..... ٣٢
فصل دوم..... ٣٤
مواد و روش ها..... ٣٤
٢-١ مقدمه..... ٣٤
٢-٢ استاندارد مقیاس پذیر H.264/AVC ..... ٣٤
٢-٢-١ مقیاس پذیری در بسط مقیاس پذیر استاندارد H.264/AVC ..... ٣٥
٢-٢-١-١ مقیاس پذیری زمانی..... ٣٥
٢-٢-١-٢ مقیاس پذیری مکانی..... ٣٨
٢-٢-١-٣ مقیاس پذیری کیفیت..... ٤٠
٢-٣ بهینه سازی نرخ..... ٤١
٢-٤ کدینگ کانال..... ٤٥
٢-٥ الگوریتم ویتربی..... ٤٧
٢-٦ نرم افزار شبیه سازی..... ٤٨
٢-٧ معیار ارزیابی موفقیت ..... ٤٨
٢-٨ نتیجه گیری..... ٤٨
فصل سوم..... ٥٠
شبیه سازی و ارایه نتایج..... ٥٠
نتیجه گیری..... ٧١

نتایج و پیشنهادات..... ۷۲
مراجع..... ۷۳

## لیست شکل ها


شکل ۱-۱. تخمین بردارهای حرکت در تصویر B با استفاده از بردارهای قبلی و بعدی..... ۳

شکل ۱-۲. کدینگ ویدئوی مقیاس پذیر..... ۵

شکل ۱-۳. مثال هایی از سیگنال ویدئوئی دریافتی در مقیاس های مختلف..... ۸

شکل ۱-٤. ساختار تخمین سلسله مراتبی در H.264/AVC..... ۱۳

شکل ۱-۵. مکانیسم تخمین بین لایه ای در H.264/AVC..... ۱۵

شکل ۱-٦. منحنی نرخ-اعوجاج در کدینگ توأم منبع و کانال..... ۲۱

شکل ۱-۷. شمایی از یک منحنی نرخ-اعوجاج نوعی در کدینگ توأم منبع و کانال..... ۲۲

شکل ۱-۸. جزئیات رشته بیت استفاده شده در [۱۵]..... ۲٤

شکل ۱-۹. بسته بندی رشته بیت. نواحی تیره تر دارای اهمیت بیشتری هستند..... ۲۷

شکل ۲-۱. مقیاس پذیری مکانی..... ۳۵

شکل ۲-۲. ساختار تخمین سلسله مراتبی..... ۳٦

شکل ۲-۳. ساختار تخمین سلسله مراتبی به صورت غیر Dyadic ..... ۳۷

شکل ۲-٤. منحنی ویژگی های کانال برای نرخ کدینگ کانال ۱/۲و۲/۳و٤/۵..... ٤٤

شکل ۲-۵. منحنی URDC منبع؛ اعوجاج کل بر حسب احتمال خطای..... ٤۵

شکل ۳-۱. منحنی احتمال خطای بیت برای کانال بیسیم با فیدینگ رایلی..... ۵۱

شکل ۳-۲. منحنی ویژگی های کانال برای نرخ کدینگ کانال ۱/۲و۲/۳و٤/۵..... ۵۳

شکل ۳-۳. منحنی URDC منبع؛ اعوجاج کل بر حسب احتمال خطای..... ۵٤

شکل ۳-٤. مقایسه منحنی نرخ-اعوجاج استاندارد مقیاس پذیر H264/AVC..... ۵۵

شکل ۳-۵. مقایسه منحنی نرخ-اعوجاج استاندارد مقیاس پذیر H.264/AVC با.....۵۶

شکل ۳-۶. مقایسه منحنی نرخ-اعوجاج استاندارد مقیاس پذیر H.263 با.....۵۷

شکل ۳-۷. مقایسه منحنی نرخ-اعوجاج استاندارد مقیاس پذیر H.263 با.....۵۸

شکل ۳-۸. مقایسه منحنی نرخ-اعوجاج استاندارد مقیاس پذیر H.263 با.....۵۹

شکل ۳-۹. مقایسه منحنی نرخ-اعوجاج استاندارد مقیاس پذیر H.263 با.....۶۰

شکل ۳-۱۰. مقایسه عملکرد شیوه ارائه شده در پایان نامه.....۶۹

شکل ۳-۱۱. تصویر دکد شده فریم ۳۰ از رشته "Foreman" ..... ۷۰

## لیست جدول ها

جدول ۳-۱ مقادیر نرخ و اعوجاج بر اساس تجزیه نرخ کل به نرخ کدینگ..... ٦١

جدول ۳-۲ مقادیر نرخ و اعوجاج بر اساس تجزیه نرخ کل به نرخ کدینگ..... ٦٢

جدول ۳-۳ مقادیر نرخ و اعوجاج بر اساس تجزیه نرخ کل به نرخ کدینگ..... ٦٣

جدول ۳-٤ مقادیر نرخ و اعوجاج بر اساس تجزیه نرخ کل به نرخ کدینگ..... ٦٤

جدول ۳-۵ مقادیر نرخ و اعوجاج بر اساس تجزیه نرخ کل به نرخ کدینگ..... ٦٥

جدول ۳-٦ مقادیر نرخ و اعوجاج بر اساس تجزیه نرخ کل به نرخ کدینگ..... ٦٦

جدول ۳-۷ مقایسه منحنی نرخ-اعوجاج استاندارد مقیاس پذیر H.263 با..... ٦٧

جدول ۳-۸ مقایسه منحنی نرخ-اعوجاج استاندارد مقیاس پذیر H.263 با..... ٦٨

## واژه نامه

### انگلیسی به فارسی

Access Unit..... واحد دسترسی

AWGN..... نویزسفید گوسی افزایشی

Base Layer..... لایه پایهٔ

Bilinear Filter..... فیلتر دو–خطی

Bit Allocation..... تخصیص بیت

Block Codes..... کدهای بلوکی

Coarse-Grain Quality Scalability..... مقیاس پذیری کیفیت با دانه های درشت

Convex..... محدب

Convolutional Codes..... کدهای کانولوشن

Distorition ..... اعوجاج

Drift..... انباشته شدن

Enhancement Layer..... لایهٔ بهبود

Fine-Grain Quality Scalability..... مقیاس پذیری کیفیت با دانه های ریز

Group of Picture..... مجموعه‌ای از تصاویر

Header..... سرآیند

Inter-Layer Motion Prediction..... تخمین درون لایه ای بردار حرکت

Inter-Layer Prediction..... تخمین بین لایه‌ای

کدینگ توأم منبع و کانال..... Joint Source Channel Coding

تصویر کلیدی..... Key Picture

مقیاس پذیری کیفیت با دانه های متوسط..... Medium-Grain Quality Scalability

سیگنالینگ سطح بالای تعدیل یافته..... Modified High-Level Signaling

چند نرخه..... Multi-Rate

لایه انطباق شبکه..... Network Abstraction Layer

مقیاس‌پذیری در سطح شئی ویدئوئی..... Object-Base Scalability

بسته..... Packet

پانچ شده..... Punctured

گام های کوآنتیزاسیون..... Quantization Steps

تخصیص نرخ..... Rate Allocation

تطبیق نرخ..... Rate-Compatibility

نرخ-اعوجاج..... Rate-Distorition

اضافات..... Redundancy

سیگنال مانده..... Residual Signal

کدینگ ویدئوی مقیاس پذیر..... Scalable Video Coding

قضیه جدا پذیری..... Separability Theorem

کدینگ تک لایه..... Single Layer Coding

مقیاس‌پذیری کیفیت ..... SNR Scalability

مقیاس‌پذیری مکانی..... Spatial Scalability

نرخ هدف..... Target Rate

مقیاس‌پذیری زمانی..... Temporal Scalability

شیوه محافظت نابرابر..... Unequal Error Protection

به روز رسانی..... Update

ویدئو بر حسب تقاضا..... Video on-Demand

شبکه های بیسیم..... Wireless Network

## فارسی به انگلیسی

اضافات.....Redundancy

اعوجاج.....Distorition

انباشته شدن.....Drift

بسته.....Packet

به روز رسانی.....Update

پانچ شده.....Punctured

تخصیص بیت.....Bit Allocation

تخصیص نرخ.....Rate Allocation

تخمین بین لایه‌ای.....Inter-Layer Prediction

تخمین درون لایه ای بردار حرکت.....Inter-Layer Motion Prediction

تصویر کلیدی.....Key Picture

تطبیق نرخ.....Rate-Compatibility

چند نرخه.....Multi-Rate

سرآیند.....Header

سیگنال مانده.....Residual Signal

سیگنالینگ سطح بالای تعدیل یافته.....Modified High-Level Signaling

شبکه های بیسیم.....Wireless Network

شیوه محافظت نابرابر.....Unequal Error Protection

فیلتر دو-خطی.....Bilinear Filter

قضیه جدا پذیری..... Separability Theorem

کدینگ توأم منبع و کانال..... Joint Source Channel Coding

کدهای بلوکی..... Block Codes

کدهای کانولوشن..... Convolutional Codes

کدینگ تک لایه..... Single Layer Coding

کدینگ ویدئوی مقیاس پذیر..... Scalable Video Coding

گام های کوآنتیزاسیون..... Quantization Steps

لایه انطباق شبکه..... Network Abstraction Layer

لایهٔ بهبود..... Enhancement Layer

لایه پایهٔ..... Base Layer

مجموعه‌ای از تصاویر..... Group of Picture

محدب..... Convex

مقیاس‌پذیری در سطح شئی ویدئوئی..... Object-Base Scalability

مقیاس‌پذیری زمانی..... Temporal Scalability

مقیاس‌پذیری کیفیت ..... SNR Scalability

مقیاس پذیری کیفیت با دانه های درشت..... Coarse-Grain Quality Scalability

مقیاس پذیری کیفیت با دانه های ریز..... Fine-Grain Quality Scalability

مقیاس پذیری کیفیت با دانه های متوسط..... Medium-Grain Quality Scalability

مقیاس‌پذیری مکانی..... Spatial Scalability

نرخ-اعوجاج..... Rate-Distorition

نرخ هدف..... Target Rate

نویزسفید گوسی افزایشی..... AWGN

واحد دسترسی..... Access Unit

ویدئو بر حسب تقاضا..... Video on-Demand

## علامات اختصاری

AVC…….. Advance Video Coding
AWGN ……..Additive White Gaussian Noise
BFOS……. Breiman, Friedman, Olshen and Stone Algorithm
BPSK……. Binary Phase Shift Keying
BSA ……Binary Switching Algorithm
CABAC……. Context-Based Adaptive Binary Arithmatic Coding
CGS ……..Coarse-grain Quality Scalability
DCT…….. Descrete Cosine Transform
DPCM……. Differential Pulse Code Modulation
DVD…….. Digital Versatile Disc
ECSBC……. Entropy Constrained Subband-based Coding
FGS ……...Fine-grain Quality Scalability
FPP ……Fixed-length Packet Problem
GOP ……...Group of Picture
JSCC……. Joint Source/Channel Coding
LDPC …….Low Density Parity Check
MAP……. Maximum Aposteriori
MGS……... Medium-grain Quality Scalability
MPEG……... Moving Picture Expert Group
MSE ……...Mean Square Error
PSNR……. Peak Signal to Noise Ratio
NAL……. Network Abstraction Layer
R-D…….. Rate-Distortion
RCPC…… Rate Compatible Punctured Convolutional Codes
R-Q…….. Rate-Quality
RS ……Reed Solomon
SOCC……... Source-Optimize Channel Codes
SVC……..……Scalable Video Coding
UEP……..…… Unequal Error Protection
URDC……..…… Universal Rate-Distortion Carachteristic
VLC……... Variable Length Coding

VO ……..……Video Object

VOL…….. Video Object Level

VOP ……Video Object Picture

VPP……... Variable-length Packet Problem