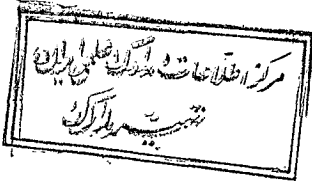


19959

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

أَفَرَأَيْتُمُ اللَّيْلَ إِذَا كَانَتْ عَجْوًا

"بنام خدا"



کاربرد چندی کردن برداری در فرآیند سازی سیگنال صحبت

مهدی برنجکوب

پایان نامه تحصیلی برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی مخابرات

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

خرداد ۱۳۷۰

۱۹۹۲۹

۱۲۸

کیفیت و ارزش گزارش حاضر بعنوان پایان نامه کارشناسی ارشد مورد تایید است.



دکتر محمدرضا عارف (استاد راهنمای تحقیق)

کیفیت و ارزش گزارش حاضر بعنوان پایان نامه کارشناسی ارشد مورد تایید است.



دکتر علیمحمد دوست حسینی (استاد مشاور تحقیق)

با محمدتوسه شایش حضرت حق جل و علی:

او که اول آموزگار است و صاحب علم اولین و آخرین،

و با سپاس از:

پدر (ره) و مادرم، که هر آنچه دارم از پیرتو تلاش و زحمات

آنها است،

و همسر و فرزندانم، که با شکیبایی و تحمل مشکلات نرسد

ادامه تحصیل را برایم فراهم آوردند.

و بایاد:

شهادای گرانقدر دانشگاه و به خصوص

شهید عزیز فرامرز آذری.

تقدیم به:

رهروان تحقیق و پژوهش در مسیر خودکفایی

جمهوری اسلامی ایران و ملت هم از پیشوای مستضعفین

جهان در این عصر حضرت روح‌الله (ره).

"قدردانی"

بر خود فرض می دانم که ،

از استاد گرانقدرم آقای دکتر محمدرضا عارف، بخاطر راهنماییها و کمکهای فکری ایشان در طول اجرای تحقیق، هدایت و بذل توجه ایشان در تهیه رساله حاضر، و نیز بهره های وافری که در طول دوران تحصیل از ایشان کسب کرده ام، از آقای دکتر علیمحمد دوست حسینی، ریاست محترم دانشکده برق و کامپیوتر که به عنوان استاد مشاور از نظر استسود مندا ایشان خصوصا " در تدوین بهتر این رساله بهره مند بودم، و نیز بخاطر استفاده علمی از محضر ایشان، از آقای دکتر حسین علوی که عضویت هیئت داوران را بر عهده داشتند، بخاطر حضور در جلسه دفاعیه و نیز بخاطر بهره گیری از محضر درس ایشان در طول تحصیل، و از سایر اساتید محترم دانشکده برق و کامپیوتر که در طول دوره های کارشناسی و کارشناسی ارشد از آنان بهره مند بودم،

سپاسگزاری و قدردانی نمایم.

از درگاه خداوند متعال برای همه اساتید بزرگوارم، توفیق روزافزون مسئلت می کنم و امید آن دارم که شماره تلاش و امانتگرا نبه ایشان جز در راه خدمت به محرومین و آرماتهای بلند امام را حل (ره) بکار گرفته نشود.

همچنین از مسئولین جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان، چه بخاطر فراهم آوردن شرایط عملی انجام تحقیق، و چه بخاطر گذاردن امکانات مورد نیاز جهت تدوین رساله نهایت تشکر را بعمل می آورم.

فصل اول: مقدمه

- ۱
۱-۱: مقدمه
۱-۲: پردازش سیگنال صحبت دیجیتال
۳-۱: افزونگی زیاد در سیگنال صحبت
۴-۱: میزان داده های قابل دسترس و کیفیت مشناظر سیگنال صحبت
۵-۱: دورهیافت اساسی در نشرده سازی سیگنال صحبت
۶-۱: هدف و ساختار رساله

فصل دوم: مروری بر نشرده سازی سیگنال صحبت

- ۱-۲: مقدمه
۲-۲: روند تولید صحبت و معرفی پارامترهای آن
۳-۲: مدل ساده تولید صحبت
۴-۲: استخراج پارامترهای مدل سیگنال صحبت
۱-۴-۲: تخمین دوره تناوب و بار شفاع و واک صحبت
۲-۴-۲: تخمین فرکانسهای فرمنت
۵-۲: نشرده سازی شکل موج سیگنال صحبت در میدان زمان
۱-۵-۲: چندی کردن آنی
۲-۵-۲: چندی کردن و نقی
۳-۵-۲: کد بندی تفاضلی
۴-۵-۲: کد بندی با تصمیم تا خیر یافته
۶-۲: نشرده سازی شکل موج سیگنال صحبت در میدان فرکانس
۱-۶-۲: تبدیل نوریه زمان کوتاه

- ۲۲ : ۲-۶-۲ : کدبندی زیرباندها (SBC)
- ۲۲ : ۳-۶-۲ : کدبندی تبدیلی و فقی (ATC)
- ۲۴ : ۴-۶-۲ : کدبندی هارمونیکی
- ۲۴ : ۷-۲ : کدبندی پیشگویی خطی (LPC)
- ۲۵ : ۱-۷-۲ : تحلیل پیشگویی خطی
- ۲۸ : ۲-۷-۲ : چندی کردن پارامترهای پیشگویی
- ۲۹ : ۳-۷-۲ : روشهای کاهش بیشتر میزان دادهها
- ۳۰ : ۸-۲ : کدکنندههای مرکب (کدبندی موتی با سیگنال تحریک اصلاح شده)
- ۳۱ : ۱-۸-۲ : کدکننده LPC با تحریک سیگنال مانده (RELP)
- ۳۱ : ۲-۸-۲ : کدکننده LPC با تحریک چندپالسه (MPE-LP)
- ۳۲ : ۳-۸-۲ : کدکننده LPC با تحریک کد (CELP)
- ۳۳ : ۹-۲ : نتیجه گیری
- ۳۴ : فصل سوم : مبانی و تئوری چندی کردن برداری
- ۳۴ : ۱-۳ : مقدمه
- ۳۵ : ۲-۳ : اندازههای اعوجاج
- ۳۶ : ۱-۲-۳ : میانگین مربعات خطا (MSE)
- ۳۶ : ۲-۲-۳ : میانگین وزن داده شده مربعات خطا (WMSE)
- ۳۷ : ۳-۲-۳ : معیارهای طیفی
- ۳۹ : ۳-۳ : ساختار VQ
- ۴۱ : ۴-۳ : چندی کردن بهینه
- ۴۳ : ۵-۳ : تئوری میزان-اعوجاج
- ۴۶ : ۶-۳ : چندی کردن اسکالر
- ۴۶ : ۱-۶-۳ : چندی کننده لوید-ماکس
- ۴۷ : ۲-۶-۳ : چندی کننده اسکالر با انتر و پی مقید (ECSQ)
- ۴۹ : ۷-۳ : الگوریتم طراحی کتابکد LBG
- ۵۰ : ۱-۷-۳ : معرفی الگوریتم LBG

- ۵۱ : ۲-۷-۳ : تعیین حالت اولیه کتابکد
- ۵۲ : ۳-۷-۳ : اهمیت دنباله تربیت‌کننده
- ۵۳ : ۴-۷-۳ : پیاده‌سازی الگوریتم LBG با معیار MSE
- ۵۸ : ۵-۷-۳ : پیاده‌سازی الگوریتم LBG با معیار IS
- ۶۱ : ۶-۷-۳ : نتایج تجربی و مقایسه بین معیارهای MSE و IS
- ۶۳ : ۸-۳ : بهبود VQ با روشهای کدبندی انشروپی
- ۶۵ : ۹-۳ : پیاده‌سازی الگوریتمهای کدگذاری با جستجوی کامل
- ۶۸ : ۱۰-۳ : مقایسه چندین اسکالرو VQ در منابع برداری
- ۶۸ : ۱-۱۰-۳ : اختصاص بیت
- ۶۹ : ۲-۱۰-۳ : تبدیل متعامد کننده
- ۶۹ : ۳-۱۰-۳ : مزایای VQ نسبت به چندین اسکالر
- ۷۱ : ۱۱-۳ : نتیجه‌گیری
- ۷۳ : فصل چهارم : الگوریتمهای عملی VQ و روشهای VQ وابسته به زمان
- ۷۳ : ۱-۴ : مقدمه
- ۷۴ : ۲-۴ : روشهای جستجوی سریع کتابکد بدون جدول از کیفیت
- ۷۴ : ۱-۲-۴ : روش نظم‌دهی ایستا به کتابکد
- ۷۶ : ۲-۲-۴ : روش نظم‌دهی پویا به کتابکد
- ۸۷ : ۳-۴ : روشهای جستجوی سریع کتابکد با جدول از کیفیت
- ۸۷ : ۱-۳-۴ : روشهای جستجوی درختی
- ۸۹ : ۱-۱-۳-۴ : VQ با جستجوی درختی دوتایی یکنواخت با معیار MSE
- ۹۳ : ۲-۱-۳-۴ : VQ با جستجوی درختی دوتایی غیر یکنواخت با معیار MSE
- ۹۴ : ۳-۱-۳-۴ : VQ با جستجوی درختی چهارتایی با معیار IS
- ۹۹ : ۲-۳-۴ : VQ چندطبقه
- ۱۰۲ : ۳-۳-۴ : کدهای حاصل ضرب
- ۱۰۴ : ۱-۳-۳-۴ : چندین‌کننده برداری شکل-بهره (SGVQ)
- ۱۱۰ : ۲-۳-۳-۴ : چندین‌کننده برداری کانتور-بهره (CGVQ)

- ۱۱۲ ۴-۳-۴ : VQ مشبک
- ۱۱۵ ۴-۴ : روشهای غیربینه طراحی کتابکد
- ۱۱۵ ۱-۴-۴ : کتابهای کد تصادفی
- ۱۱۶ ۲-۴-۴ : روش ترکیب نزدیکترین همسایه ها (PNN)
- ۱۱۶ ۵-۴ : روشهای VQ وابسته به زمان
- ۱۱۸ ۱-۵-۴ : چندی کردن قسمتی
- ۱۱۸ ۱-۱-۵-۴ : چندی کردن قسمتی با طول ثابت (FLSQ)
- ۱۱۹ ۲-۱-۵-۴ : چندی کردن قسمتی با طول متغیر (VLSQ)
- ۱۲۱ ۲-۵-۴ : چندی کردن برداری ونقی عقب رونده (BAVQ)
- ۱۲۳ ۱-۲-۵-۴ : چندی کننده برداری پیشگویی کننده (PVQ)
- ۱۲۴ ۲-۲-۵-۴ : چندی کردن برداری با حالت محدود (FSVQ)
- ۱۳۰ ۳-۲-۵-۴ : کد بندی درختی و داربستی برداری
- ۱۳۲ ۳-۵-۴ : چندی کردن برداری ونقی جلورونده (FAVQ)
- ۱۳۳ ۶-۴ : نتیجه گیری
- ۱۳۴ فصل پنجم : الگوریتمهای نشرده ساز سیگنال صحبت
- ۱۳۴ ۱-۵ : مقدمه
- ۱۳۴ ۲-۵ : کد کننده های صوتی
- ۱۳۵ ۱-۲-۵ : کد کننده LPC-VQ استاندارد با معیار MSE
- ۱۳۶ ۲-۲-۵ : کد کننده LPC-VQ باروش کد حاصل ضرب شکل-بهره
- ۱۴۲ ۳-۲-۵ : کد کننده LPC-VFR-VQ با معیار MSE
- ۱۴۳ ۴-۲-۵ : کد کننده LPC-FSVQ
- ۱۴۹ ۳-۵ : کد کننده های شکل موج
- ۱۵۰ ۱-۳-۵ : کد کننده VQ با پیشگویی کننده ارتفاع صوت (PPVQ)
- ۱۵۴ ۲-۳-۵ : کد کننده FSVQ
- ۱۵۸ ۳-۳-۵ : کد کننده های شکل موج در میدان فرکانس
- ۱۵۹ ۴-۵ : کد کننده های مرکب

۱۶۱	۵-۵: نتیجه‌گیری
۱۶۳	فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۶۳	۱-۶: نتیجه‌گیری
۱۶۴	۲-۶: پیشنهادات
۱۶۴	۱-۲-۶: کاربرد شبکه‌های عصبی در طراحی و کدگذاری VQ
۱۶۷	۲-۲-۶: کاربرد VQ در کدکننده‌های مرکب
۱۶۷	۳-۲-۶: تلفیق روش‌های کدبندی انتروپی با الگوریتم‌های VQ
۱۶۸	۴-۲-۶: بررسی سیستم‌های نشرده سازمبنتنی بر روش‌های تشخیص صحبت
۱۶۸	۵-۲-۶: بررسی و پیاده‌سازی کدکننده پیشنهادی PP-FSVQ
۱۶۹	ضمیمه اول: شبیه‌سازی کتابکد VQ
۱۷۳	ضمیمه دوم: الگوریتم‌های مورد نیاز تحلیل و بازسازی کدبندی صوتی
۱۸۰	مراجع

فهرست جداول

- جدول ۱-۲ : نحوه اختصاص بیت برای پارامترهای هر قطعه در LPC استاندارد ۲۹
- جدول ۱-۳ : مشخصات مربوط به توابع $R(D)$ و $D(R)$ چهار تابع چگالی احتمال مهم ۴۵
- جدول ۲-۳ : هزینه طراحی کتابکد VQ استاندارد با معیار MSE ۵۸
- جدول ۳-۳ : هزینه طراحی کتابکد VQ استاندارد با معیار IS ۶۲
- جدول ۴-۳ : هزینه کدگذاری VQ استاندارد با معیار MSE ۶۶
- جدول ۵-۳ : هزینه کدگذاری VQ استاندارد با معیار IS ۶۷
- جدول ۱-۴ : هزینه پیش محاسبات روش نظم دهی پویا به کتابکد برای سه نقطه مرجع ۸۲
- جدول ۲-۴ : هزینه کدگذاری باروش نظم دهی پویا به کتابکد با استفاده از سه نقطه مرجع ۸۳
- جدول ۳-۴ : هزینه طراحی کتابکد VQ با جستجوی درختی دو تایی یکنواخت با معیار MSE ۹۲
- جدول ۴-۴ : هزینه کدگذاری VQ با جستجوی درختی دو تایی یکنواخت با معیار MSE ۹۳
- جدول ۵-۴ : هزینه الگوریتم طراحی کتابکد VQ با جستجوی درختی دو تایی غیر یکنواخت ۹۶
- جدول ۶-۴ : هزینه الگوریتم طراحی کتابکد VQ با جستجوی درختی چهار تایی با معیار IS ۹۷
- جدول ۷-۴ : هزینه الگوریتم کدگذاری VQ با جستجوی درختی چهار تایی با معیار IS ۱۰۰
- جدول ۸-۴ : هزینه الگوریتم طراحی کتابکد باروش SGVQ با معیار IS ۱۰۹
- جدول ۹-۴ : هزینه الگوریتم کدگذاری باروش SGVQ با معیار IS ۱۱۰
- جدول ۱۰-۴ : هزینه الگوریتم طراحی FSVQ با معیار MSE ۱۲۸
- جدول ۱۱-۴ : هزینه الگوریتم کدگذاری FSVQ با معیار MSE ۱۳۰
- جدول ۱-۵ : هزینه کدکننده LPC-VQ استاندارد با معیار MSE ۱۳۹
- جدول ۲-۵ : هزینه کدکننده LPC-VQ باروش کد حاصل ضرب شکل-بهره ۱۴۲
- جدول ۳-۵ : هزینه کدکننده LPC-VFR-VQ با معیار MSE ۱۴۶
- جدول ۴-۵ : هزینه کدکننده LPC-FSVQ با میزان داده های 600 bps ۱۴۹

۱۵۵

جدول ۵-۵: هزینه کدکننده PPVQ

۱۵۷

جدول ۶-۵: هزینه کدکننده FSVQ

فهرست شکلها

- شکل ۱-۲: مدل ساده تولید صحبت ۹
- شکل ۲-۲: رابطه بین ورودی و خروجی یک چندی کننده دارای مشخصه قانون μ ۱۵
- شکل ۳-۲: نمایش عمومی چندی کننده و نقی جورونده: (الف) کدگذار (ب) کدبرگردان ۱۵
- شکل ۴-۲: نمایش عمومی چندی کننده و نقی عقبارونده: (الف) کدگذار (ب) کدبرگردان ۱۶
- شکل ۵-۲: نمایش عمومی چندی کردن تفاضلی: (الف) کدگذار (ب) کدبرگردان ۱۷
- شکل ۶-۲: کد کننده ADPCM-AQF(B): (الف) کدگذار (ب) کدبرگردان ۱۸
- شکل ۷-۲: چندی کردن در سد و لاسیون دلنا با (الف) کد بندی متداول (ب) کد بندی با تصمیم تاخیر یافته ۱۹
- شکل ۸-۲: (الف) درخت کد متناظر با کد کننده یک بیت بر نمونه و با عمق جستجوی $W=4$ (ب) ۲۰
- دار بست کد متناظر با کد کننده یک بیت بر نمونه و با عمق جستجوی $W=4$ و کثرت $K=2$ ۲۰
- شکل ۹-۲: نمایش عمومی کد بندی زیر باندها ۲۳
- شکل ۱۰-۲: نمایش عمومی کد بندی تبدیلی و نقی (ATC) ۲۳
- شکل ۱۱-۲: نمایش عمومی تولید تحر یک بار و روش تحلیل بوسیله باز سازی در MPE-LP ۳۲
- شکل ۱-۳: ساختار کدگذار ۴۰
- شکل ۲-۳: ساختار کدبرگردان ۴۱
- شکل ۳-۳: ساختار VQ ۴۲
- شکل ۴-۳: اوجاچر مالیزه شده چهار تابع چگالی احتمال بدون حافظه بر میزانداده ها ۴۷
- شکل ۵-۳: اختلاف بین انتر و پی خروجی ECSQ و تابع $R(D)$ بر حسب نرم r اوجاچ $d_r(x,y)$ در ۴۷
- میزان داده های زیاد ۴۸
- شکل ۶-۳: اوجاچ ECSQ بر حسب میزانداده ها برای یک منبع بدون حافظه گوسی در مقایسه با ۴۸
- اوجاچ چندی کننده لوید-ماکس و تابع $D(R)$ ۴۹

- شکل ۳-۷: اعوجاج ECSQ بر حسب میز ان داده ها برای یک منبع بدون حافظه لاپلاسین در مقایسه
 ۴۹ با اعوجاج چندی کننده لوید-ماکس و تابع $D(R)$
- شکل ۳-۸: اعوجاج MSE در یک کتاب کد با $L=64$ برای داده های تربیت کننده و داده های
 ۵۳ مستقل بر حسب تعداد بردارهای تربیت کننده
- شکل ۳-۹: روندنمای الگوریتم بهینه سازی کتاب کد با معیار MSE
 ۵۴
- شکل ۳-۱۰: روندنمای الگوریتم پیش محاسبه VQ با معیار MSE
 ۵۶
- شکل ۳-۱۱: روندنمای الگوریتم طراحی کتاب کد VQ استاندارد با معیار MSE
 ۵۷
- شکل ۳-۱۲: روندنمای الگوریتم بهینه سازی کتاب کد با معیار IS
 ۶۰
- شکل ۳-۱۳: روندنمای الگوریتم طراحی کتاب کد VQ استاندارد با معیار IS
 ۶۱
- شکل ۳-۱۴: میز ان داده های صرفه جویی شده حاصل از جایگزینی ناحیه متوازی السطوح با
 ۶۴ فوق مکعب در چندی کننده یکنواخت
- شکل ۳-۱۵: مقایسه کیفیت چند سیستم VQ توام با کد بندی ان تروپی در کد بندی شکل موج
 ۶۴
- شکل ۳-۱۶: روندنمای الگوریتم کد گذاری باروش VQ استاندارد و معیار MSE
 ۶۵
- شکل ۳-۱۷: روندنمای الگوریتم کد گذاری باروش VQ استاندارد و معیار IS
 ۶۷
- شکل ۳-۱۸: اعوجاج MSE نرمالیزه شده بر حسب میز ان داده ها برای سه چندی کننده
 ۷۰
- شکل ۴-۱: روندنمای کد گذاری بر اساس نظم دهی ایستاب به کتاب کد
 ۷۷
- شکل ۴-۲: روندنمای الگوریتم پیش محاسبات روش نظم دهی پویا به کتاب کد
 ۸۰
- شکل ۴-۳: روندنمای الگوریتم کد گذاری باروش نظم دهی پویا به کتاب کد
 ۸۴
- شکل ۴-۴: درخت دوتایی برای یک VQ با جستجوی درختی دوتایی با $L=8$
 ۸۸
- شکل ۴-۵: روند کد گذاری در VQ با جستجوی درختی دوتایی برای $L=8$ با فرض $Q(\underline{x}) = \underline{y}_3$
 ۸۹
- شکل ۴-۶: روندنمای الگوریتم طراحی کتاب کد VQ با جستجوی درختی دوتایی یکنواخت
 یکنواخت با معیار MSE
 ۹۱
- شکل ۴-۷: روندنمای الگوریتم کد گذاری VQ با جستجوی درختی دوتایی یکنواخت با معیار
 MSE
 ۹۲
- شکل ۴-۸: مقایسه بین سه روش کد گذاری VQ در کد بندی صوتی
 ۹۴

- شکل ۴-۹: روندنمای الگوریتم طراحی کتابکد VQ با جستجوی درختی دوتایی غیر یکنواخت
- ۹۵ با معیار MSE
- شکل ۴-۱۰: روندنمای الگوریتم طراحی کتابکد VQ با جستجوی درختی چهار تایی با معیار
- ۹۸ IS
- شکل ۴-۱۱: روندنمای الگوریتم کدگذاری VQ با جستجوی درختی چهار تایی با معیار IS
- ۹۹
- شکل ۴-۱۲: نمایش عمومی یک VQ دو طبقه
- ۱۰۱
- شکل ۴-۱۳: مقایسه بین چهار روش کدگذاری VQ در کدبندی صوتی
- ۱۰۲
- شکل ۴-۱۴: نمایش عمومی چندی کننده برداری شکل-بهره
- ۱۰۴
- شکل ۴-۱۵: روندنمای الگوریتم بهینه سازی کتابکد شکل در SGVQ با معیار IS
- ۱۰۶
- شکل ۴-۱۶: روندنمای الگوریتم طراحی کتابکد شکل در SGVQ با معیار IS
- ۱۰۷
- شکل ۴-۱۷: روندنمای الگوریتم بهینه سازی کتابکد بهره در SGVQ با معیار IS
- ۱۰۸
- شکل ۴-۱۸: روندنمای الگوریتم طراحی کتابکد بهره در SGVQ با معیار IS
- ۱۰۹
- شکل ۴-۱۹: روندنمای الگوریتم کدگذاری SGVQ با معیار IS
- ۱۱۱
- شکل ۴-۲۰: مقایسه کار آیی کتابکد تبادنی و کتابکد طراحی شده با روش جستجوی درختی
- ۱۱۵ دوتایی غیر یکنواخت در کدبندی صوتی
- شکل ۴-۲۱: روندنمای کلی الگوریتم طراحی کتابکد با روش PNN سریع
- ۱۱۷
- شکل ۴-۲۲: نمایش عمومی کدکننده صوتی قسمتی LPC
- ۱۲۰
- شکل ۴-۲۳: روش چندی کردن قسمتی در کدکننده صوتی قسمتی LPC
- ۱۲۰
- شکل ۴-۲۴: نمایش عمومی VLSQ مبتنی بر قسمت بندی و چندی کردن مشترک
- ۱۲۱
- شکل ۴-۲۵: نمایش عمومی یک VQ با فیدبک
- ۱۲۲
- شکل ۴-۲۶: روندنمای الگوریتم طراحی FSVQ با معیار MSE
- ۱۲۶
- شکل ۴-۲۷: روندنمای الگوریتم کدگذاری FSVQ با معیار MSE
- ۱۲۹
- شکل ۵-۱: روندنمای الگوریتم فرستنده LPC-VQ استاندارد با معیار MSE
- ۱۳۷
- شکل ۵-۲: روندنمای الگوریتم گیرنده LPC-VQ استاندارد با معیار MSE
- ۱۳۸
- شکل ۵-۳: روندنمای الگوریتم فرستنده LPC-VQ با روش کد حاضری شکل-بهره
- ۱۴۰
- شکل ۵-۴: روندنمای الگوریتم گیرنده LPC-VQ با روش کد حاضری شکل-بهره
- ۱۴۱