



پروژه نهایی

درس مبانی بینایی کامپیووتر

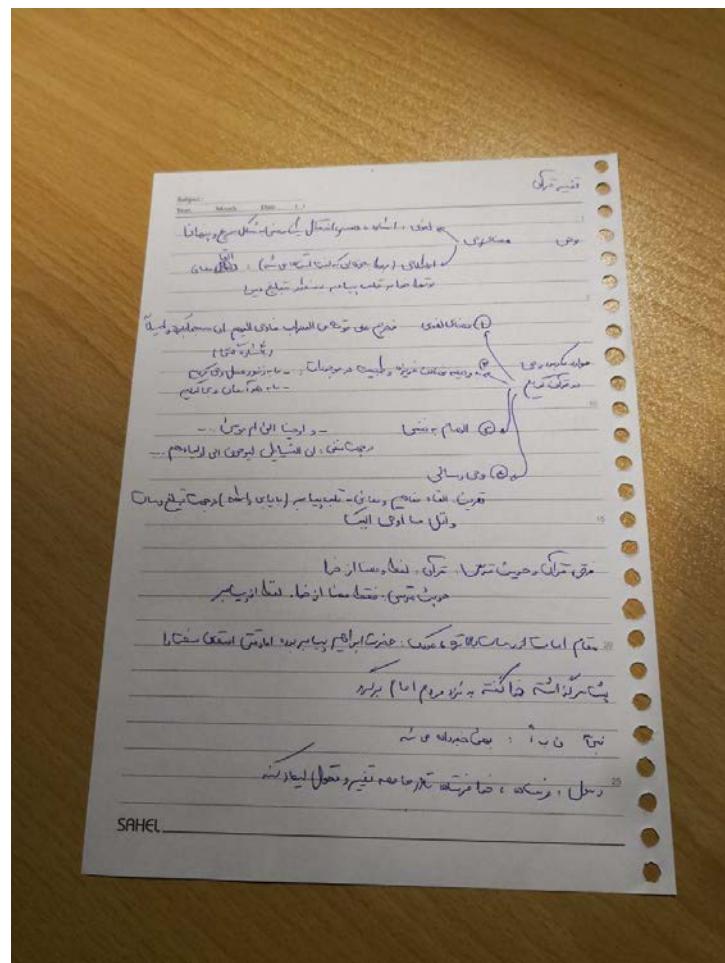
نواختن موسیقی از روی برگه نت

سهیل رستگار - امیر خاکپور

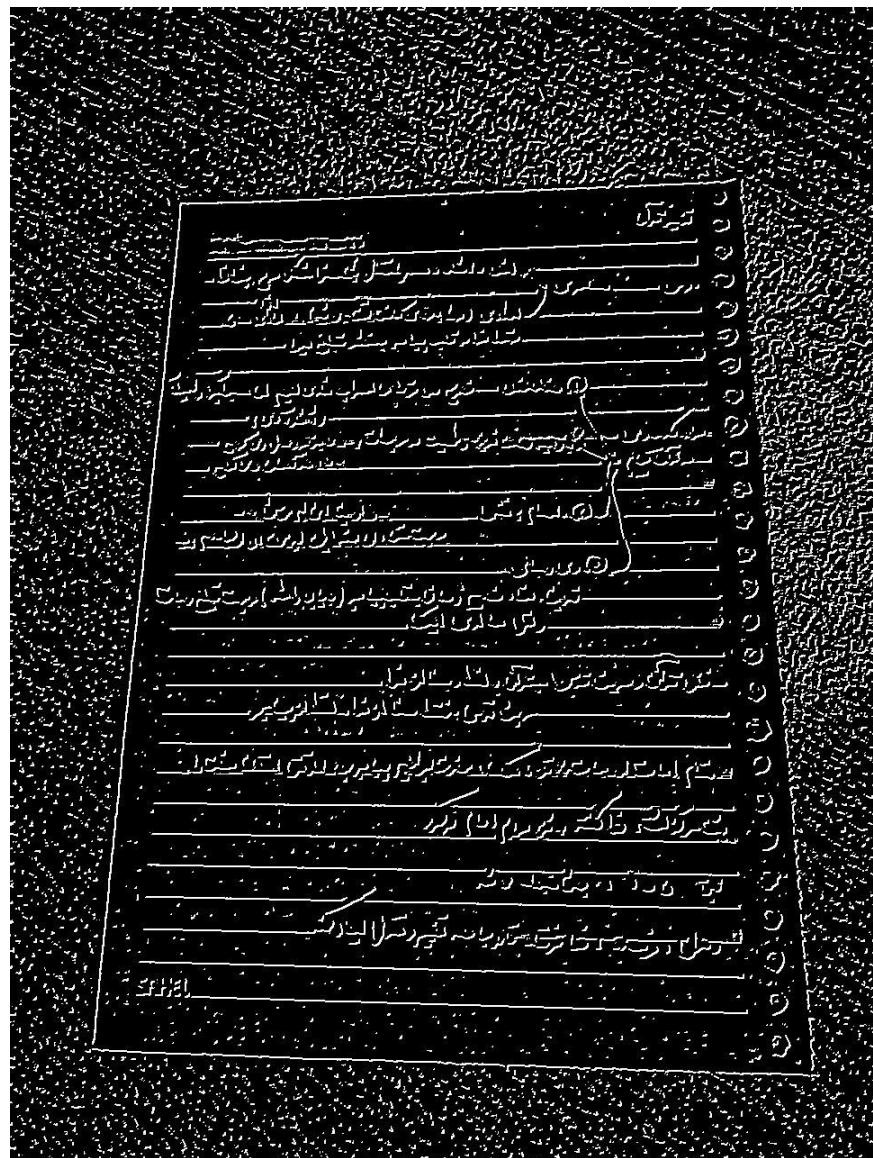
بخش اول - استخراج برگه کاغذ از تصویر و نگاشت آن

برای استخراج برگه کاغذ، ابتدا تصویر رنگی به خاکستری تبدیل شد، زیرا نیازی به رنگ در حل این مسئله وجود نداشت. سپس باید لبه های آن مشخص می شدند، و بعد خطوط لبه و مختصات تلاقی آن ها بدست می آمدند. برای این منظور سه روش وجود دارد.

ابتدا هر سه روش از فیلتر پایین گذر گاوی برای هموار سازی تصویر استفاده شد. چون مشتق گیری به تغییرات فرکانس بالا خیلی حساس است.

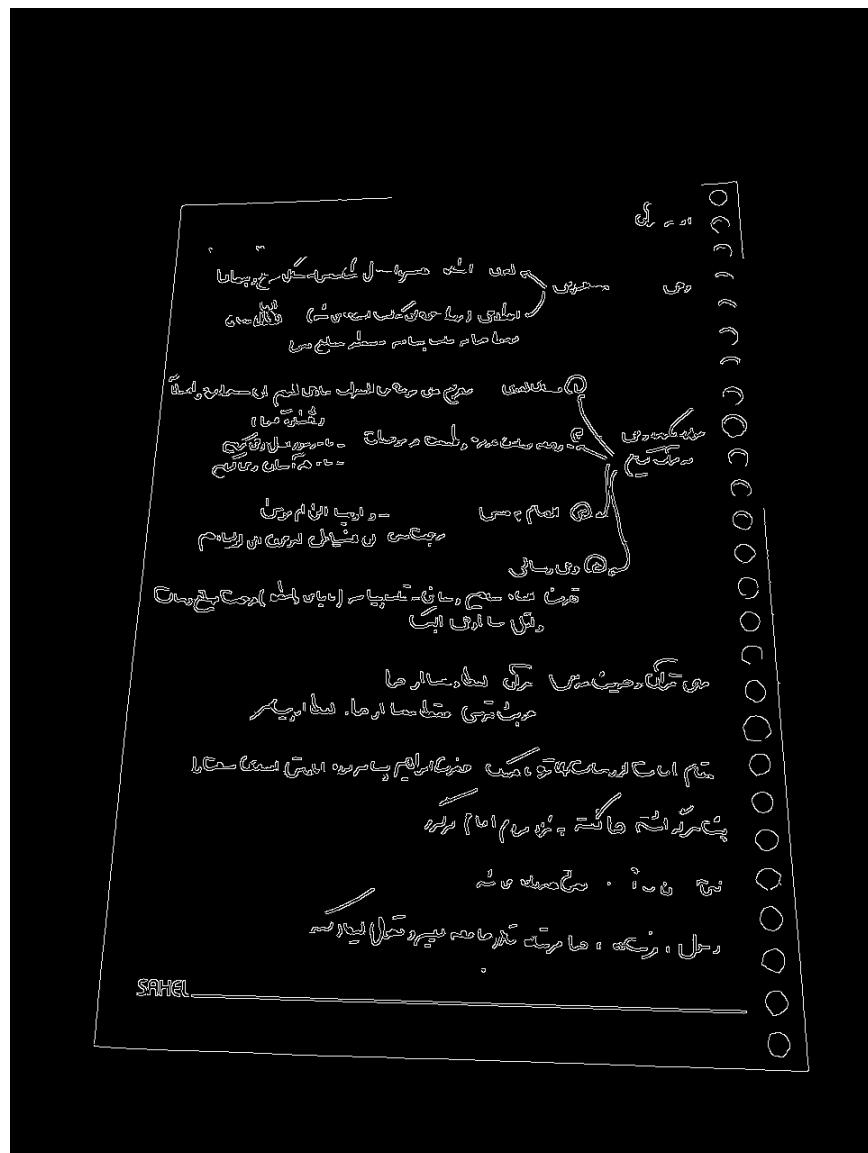


روش اول - لبه یاب Sobel



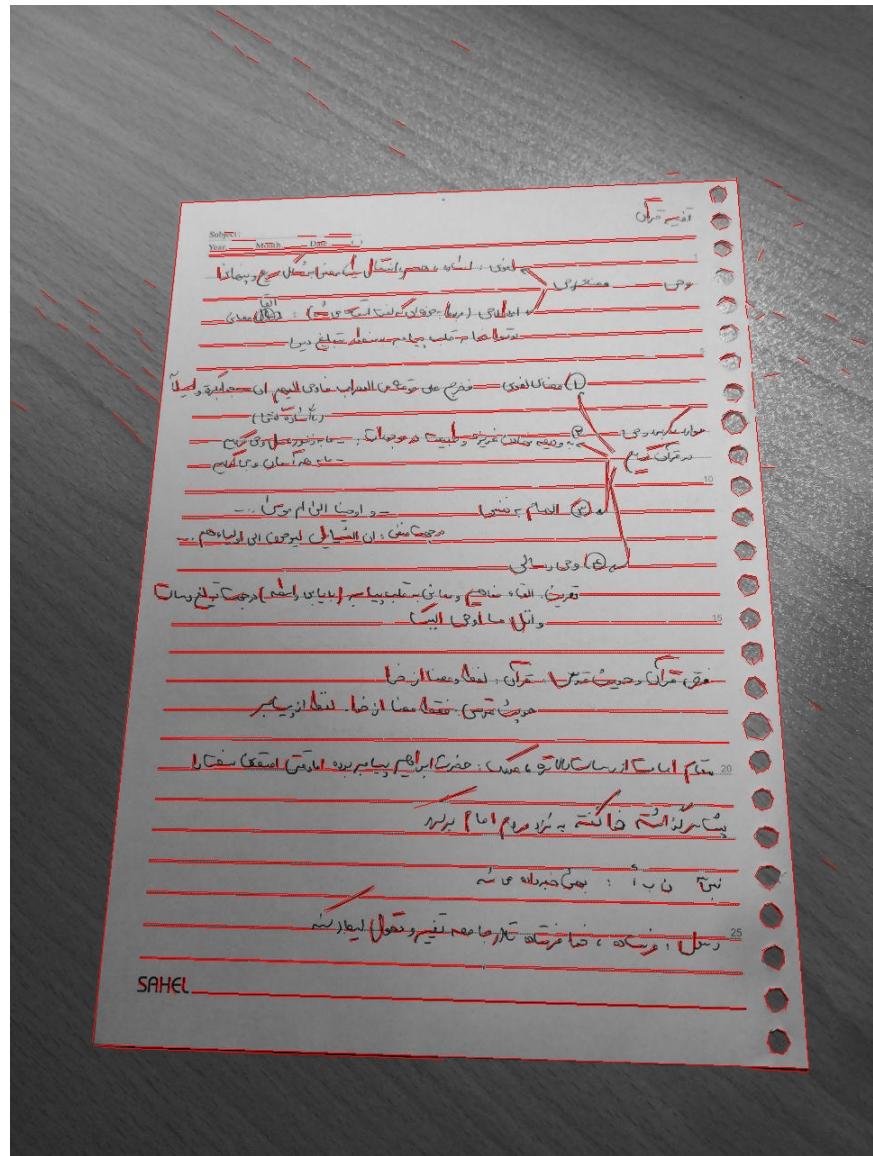
این لبه یاب مرز کاغذ را به صورت حدودی مشخص کرد اما نویز زیادی دارد و تشخیص دقیق خطوط مرز کاغذ را دشوار می کند.

روش دوم - لبه یاب Canny

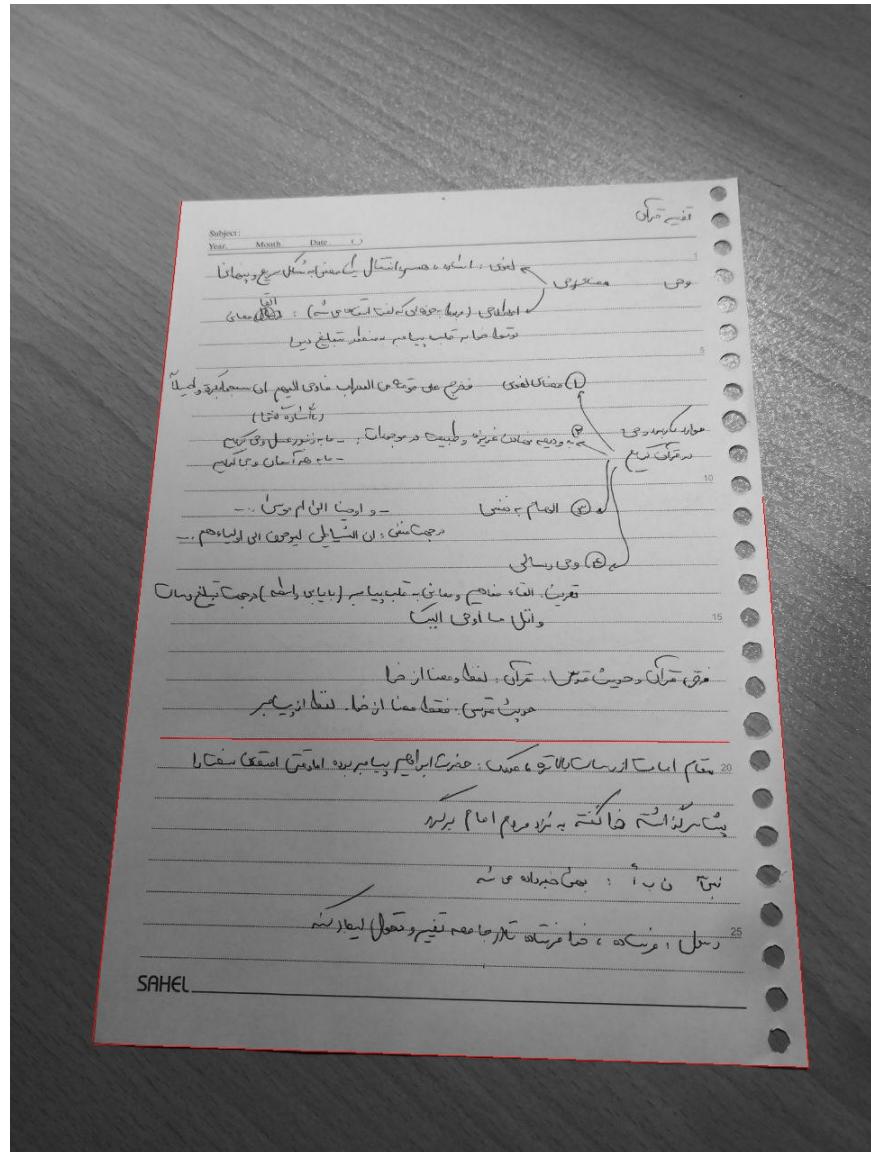


این لبه یاب بهتر عمل کرد اما بخش هایی از مرز کاغذ را تشخیص نداد.

LSD - روش سوم

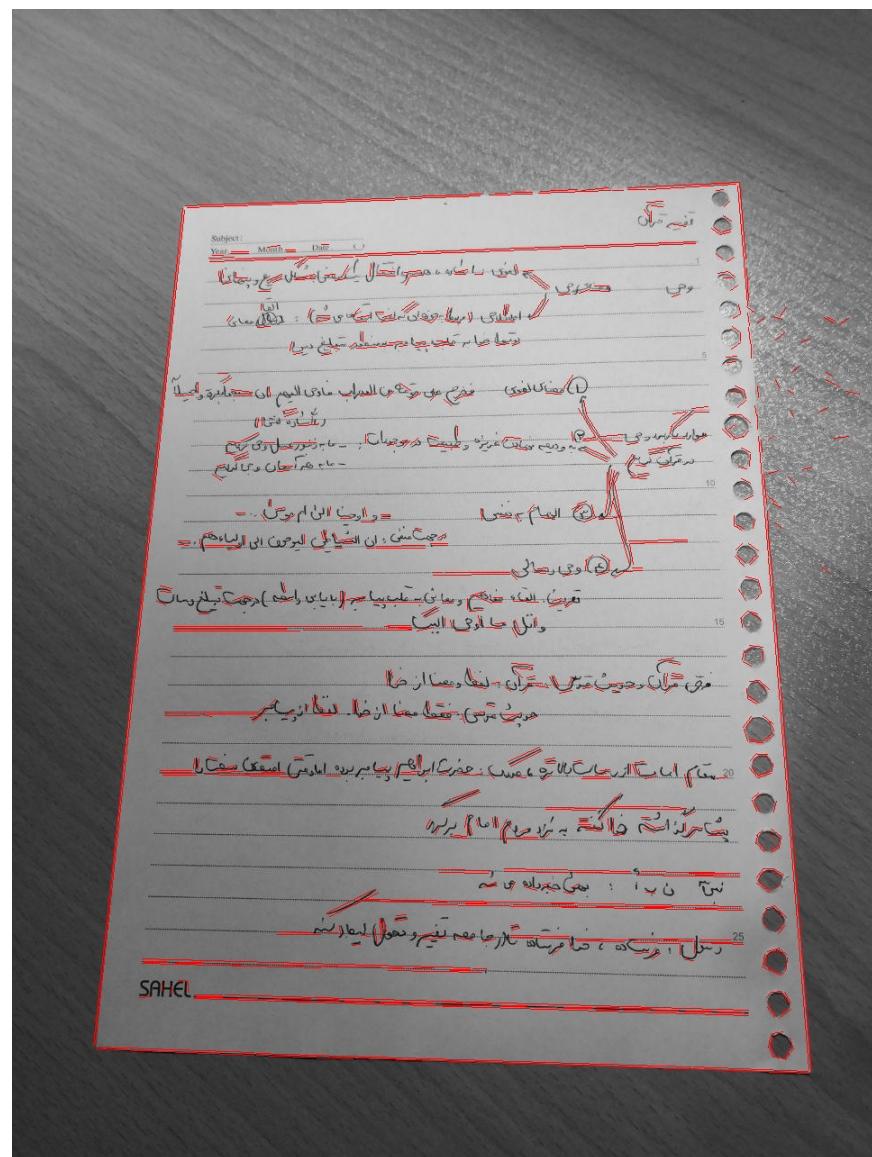


این روش به خوبی تمام خطوط تصویر را تشخیص داد. اما ما انحصارا به خطوط مرزی نیاز داریم. برای این منظور با در نظر گرفتن اینکه خطوط مرزی، طولانی ترین خطوط تصویر اند، تابعی طراحی شد تا خطوط پیدا شده را بر اساس طول مرتب کند. سپس تنها چهارتا از طولانی ترین خط ها روی تصویر رسم شد.

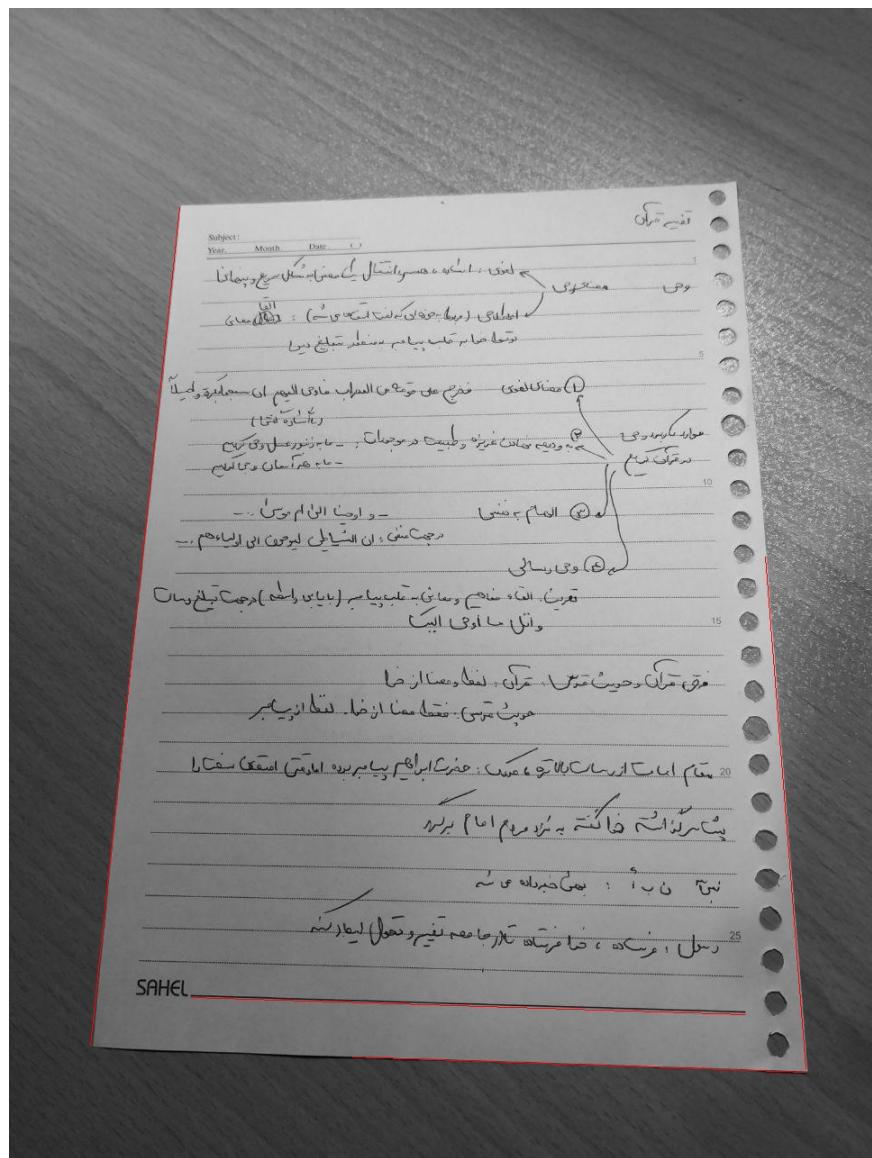


اما این راه حل مشکلاتی دارد. اولاً اینکه یک ضلع از مستطیل کاغذ ممکن است به دلیل دور بودن نسبت به دوربین کوچیکتر دیده شود. و این باعث شده که یکی از خطوط نزدیک به دوربین به عنوان چهار خط طولانی شناسایی شود. و دوماً اینکه بازهم مشاهده می شود که بخشی از مرز کاغذ (ضلع سمت راست) جزو خط تشخیص داده نشده است.

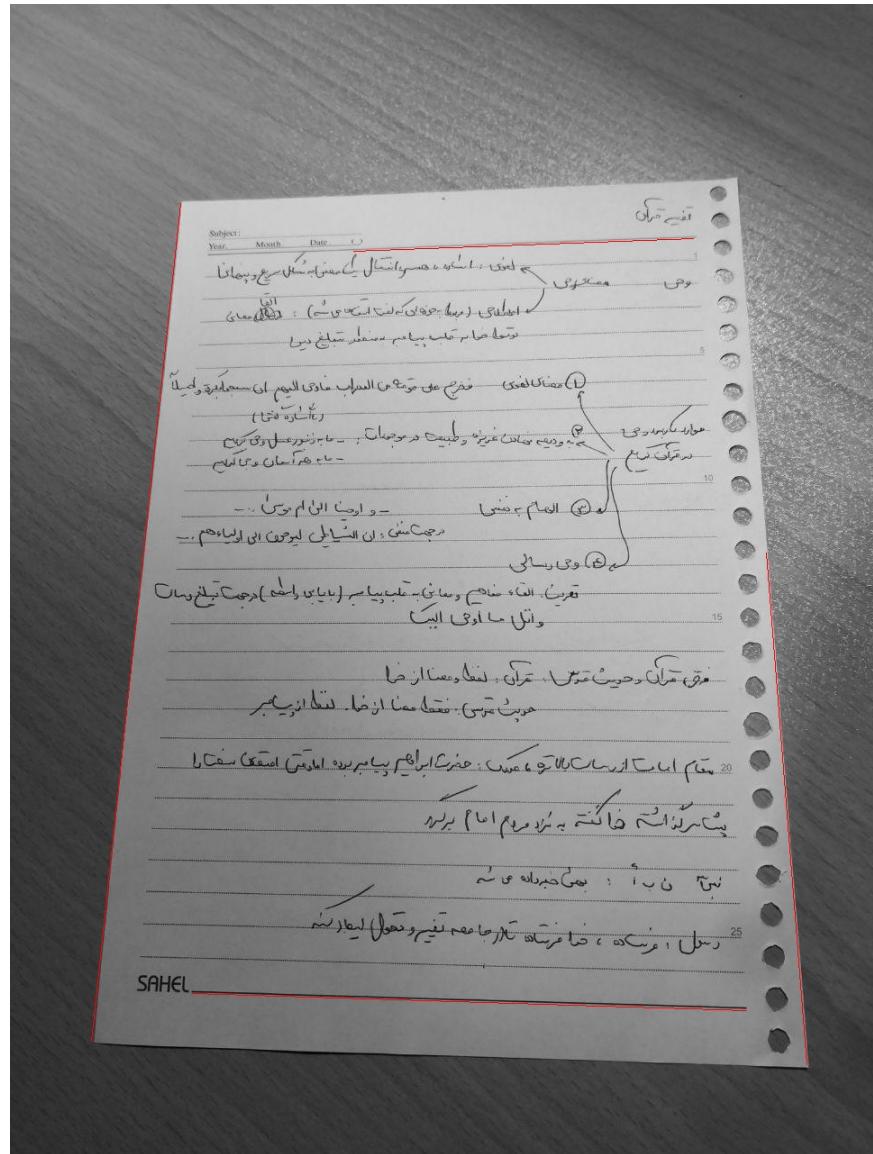
برای حل این مشکل الگوریتم LSD روی لبه های پیدا شده توسط لبه یاب Canny پیاده شد، تا
تنها لبه های کاغذ را به عنوان خط تشخیص دهد



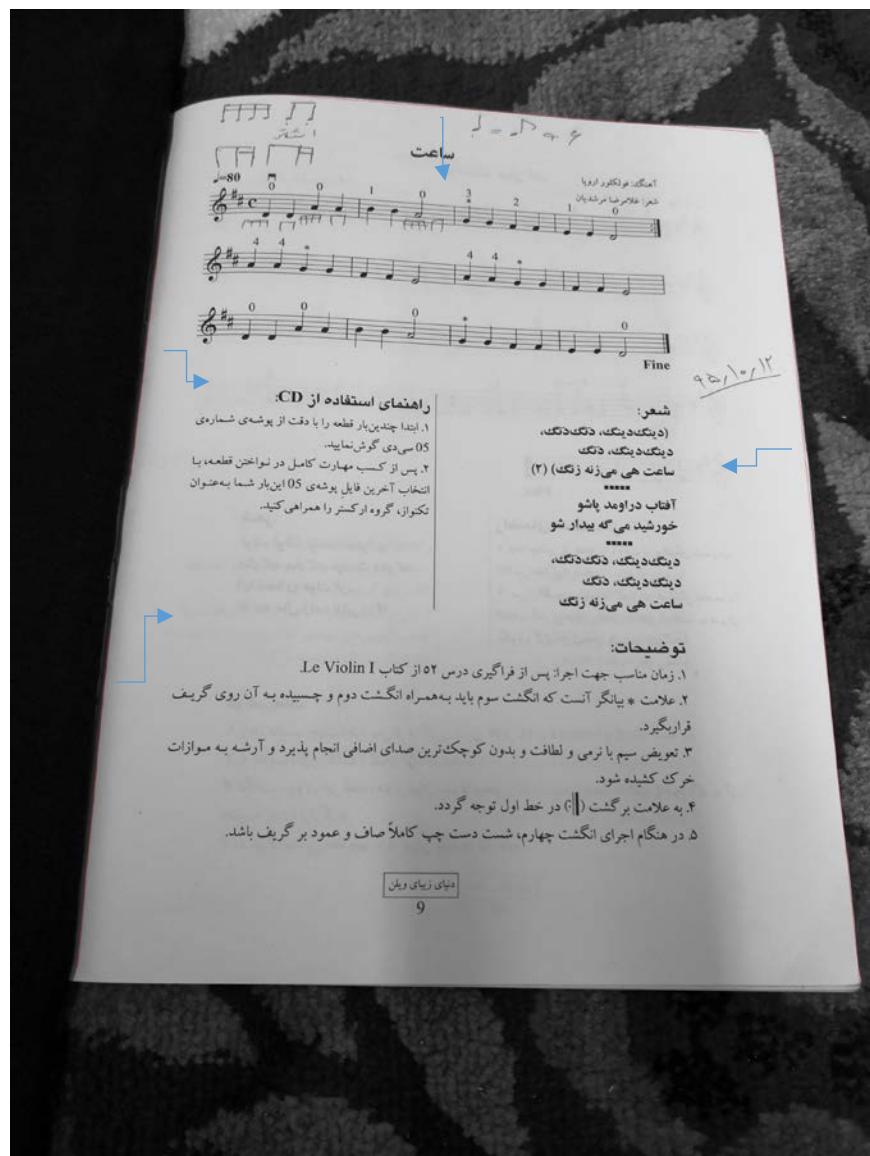
و حال چهار خط بزرگ را استخراج می کنیم



کادر های درشت تیتر تصویر، مشکل ساز می شوند. تابعی طراحی می کنیم تا خطوط نزدیک به هم را حذف کرده و تنها خط با طول بزرگتر را نگه دارد.



نتیجه حاصل قابل قبول است. این برنامه را روی چند مثال دیگر امتحان می کنیم.

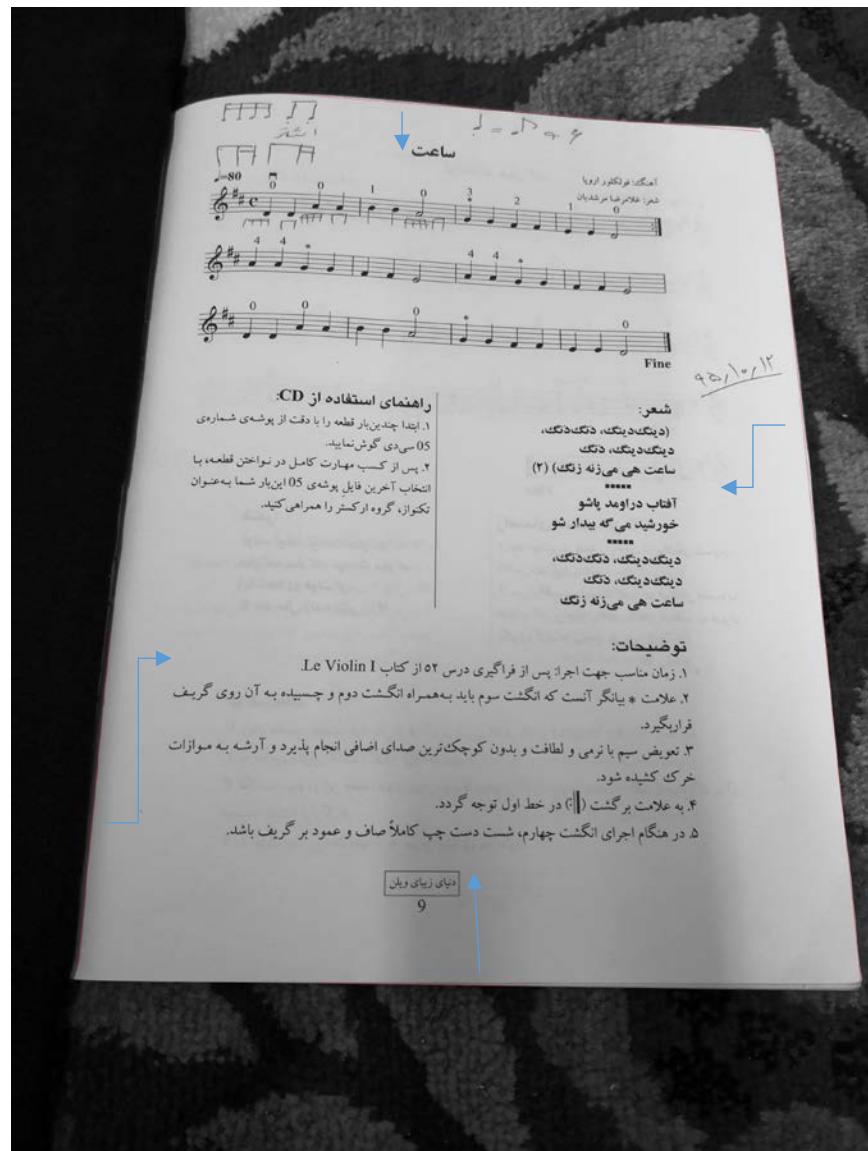


در ضلع سمت چپ دو خط جدا از هم و با فاصله تشخیص داده شده اند. و این باعث شده که یکی از ضلع های کاغذ را از دست بدھیم (پس از استخراج ۴ خط بزرگ) (فلش های آبی خطوط یافت شده را نشان می دهند)

در تابع پیدا کردن خطوط خوب، بخشی اضافه می کنیم که معادله‌ی خط ها را حساب کرده و خطوطی که معادله‌ی خط نزدیک به هم (تا چند درجه اختلاف زاویه، و تا چند شماره اختلاف عرض از مبدا (که این آستانه‌ی اختلاف بسته به زاویه خطوط، بزرگ یا کوچک می شود) خطوط نزدیک به هم حساب می شوند) را حذف کرده و تنها بزرگترین آن هارا نگه دارد.

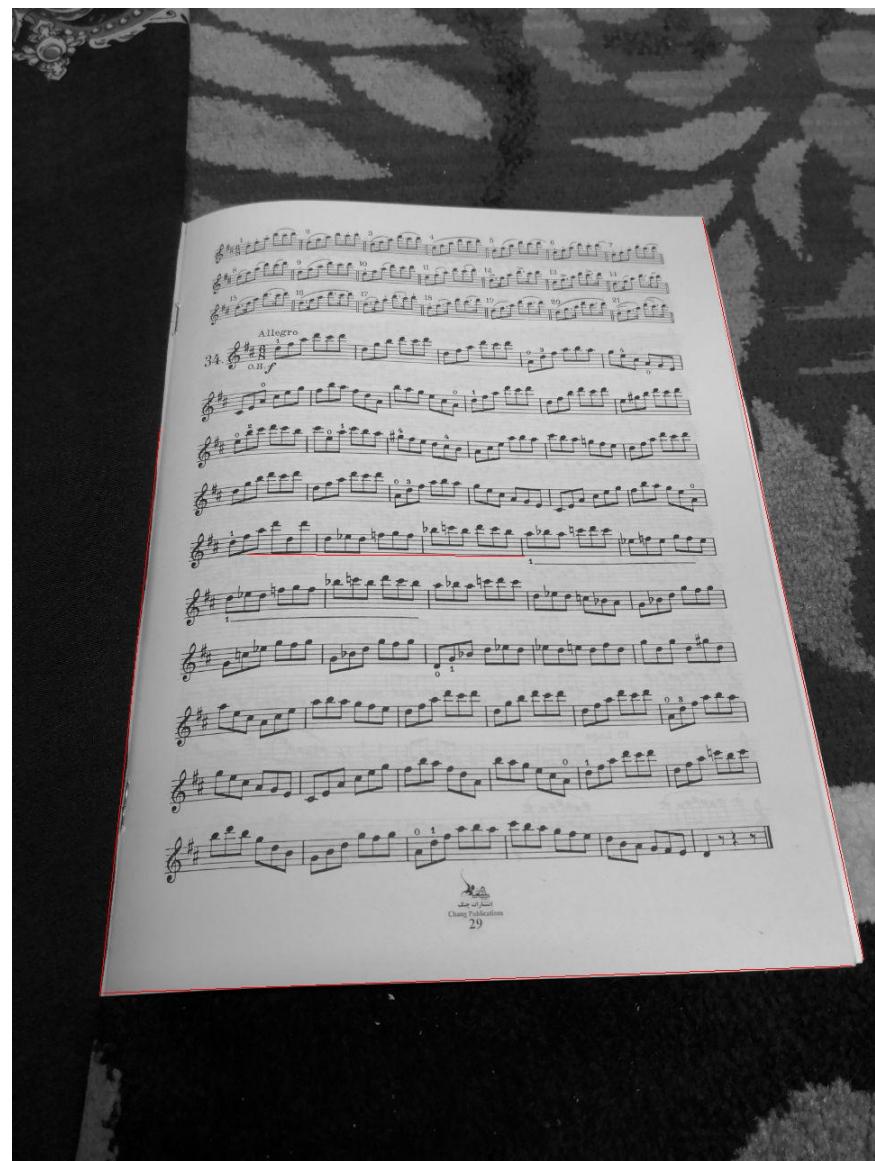
البته بهتر بود که از تبدیل هاف استوانه ای (فرم نرمال Hesse) استفاده شود تا اگر خط عمودی بود مشکلی بوجود نیاید. اما به دو دلیل این کار انجام نشد.

۱. محاسبه‌ی تبدیل هاف از نظر معادلات ریاضی پیچیده است
۲. خط یا عمودی است یا ماکریم شیب ۴۰۰۰ (تعداد پیکسل‌ها در راستای عمودی) دارد.
برای این مسئله می‌توان به راحتی خط عمودی را جدا در نظر گرفت.



پس از اعمال این تغییرات بر روی هر ضلع یک خط پیدا شده است و مسئله حل شد.

روی یک مثال دیگر امتحان می کنیم.

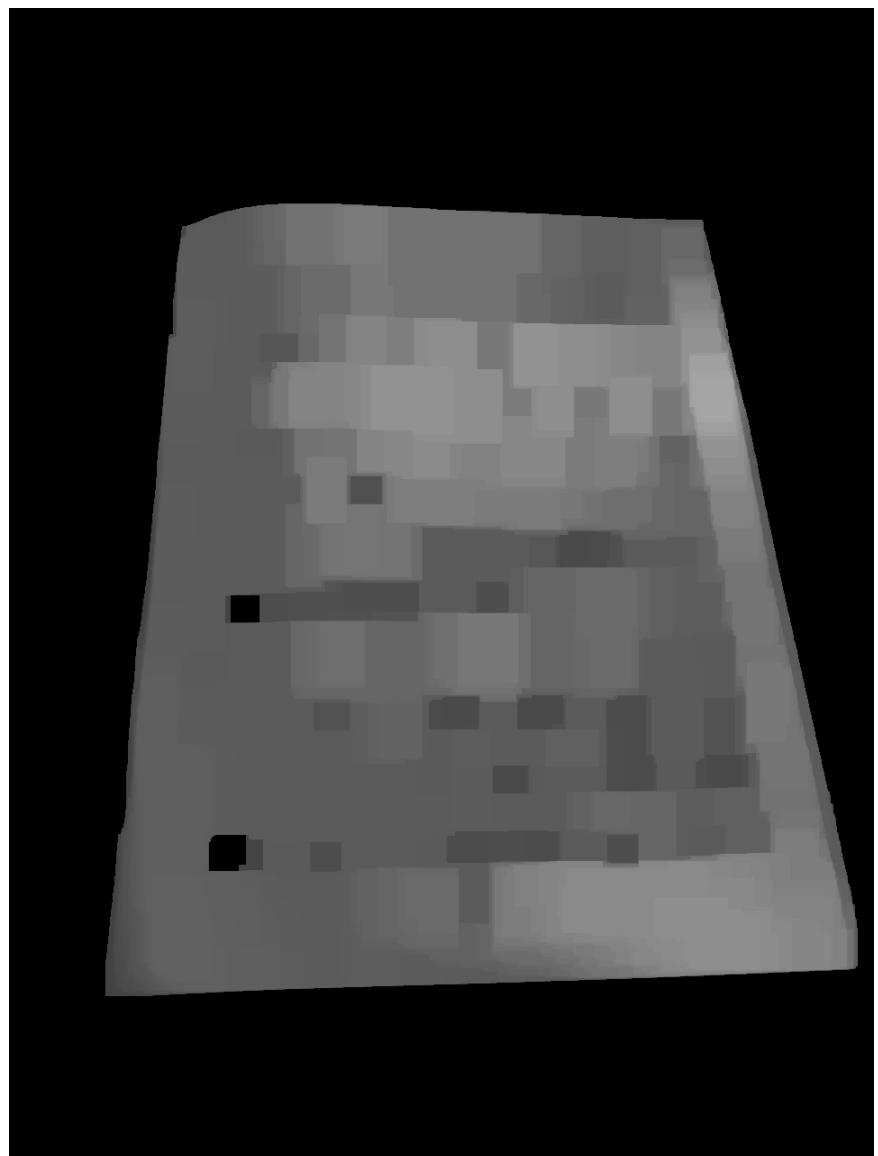


خط بالایی در وسط صفحه پیدا شده که این ایجاد مشکل می کند.

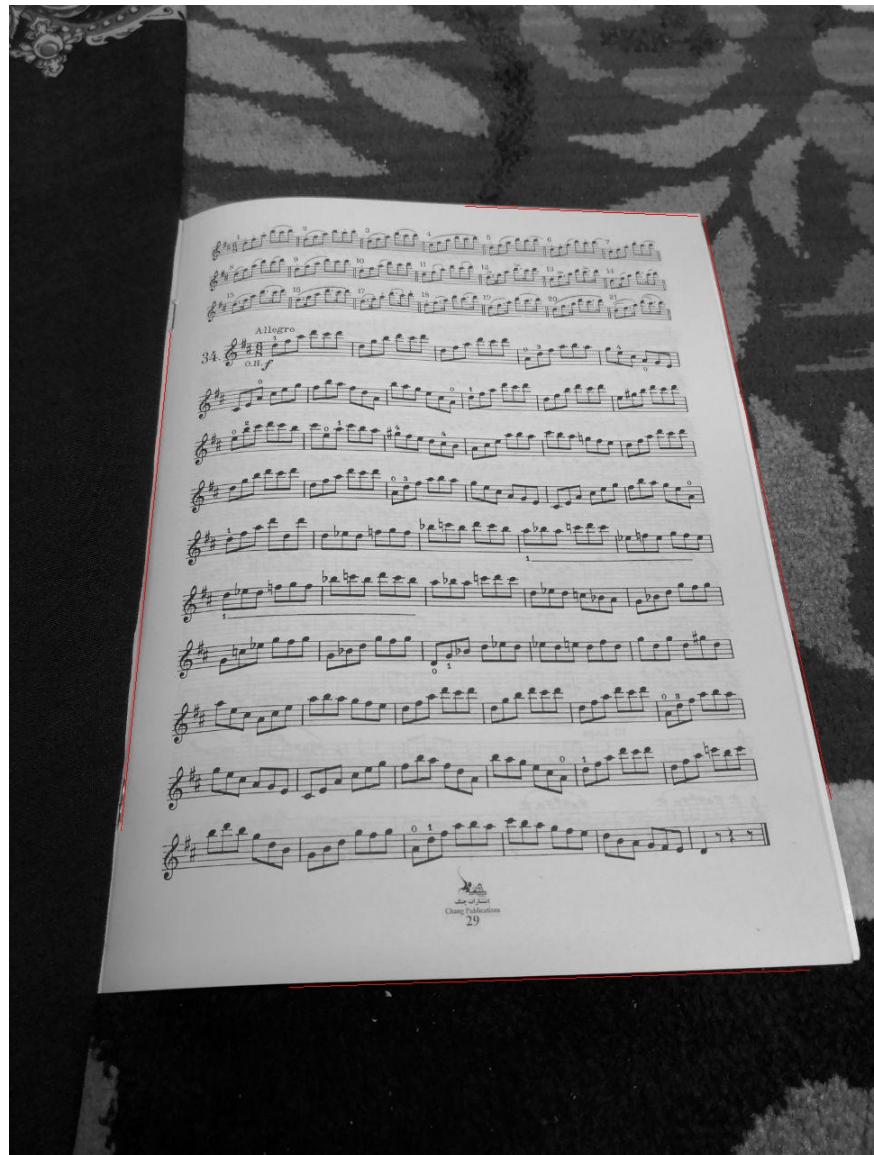
برای حل این مشکل از راه دیگری وارد می شویم. با تبدیل تصویر به فضای HSV، رنگ سفید را که نمایانگر صفحه‌ی کاغذ است استخراج می کنیم.



و سپس با انجام عملیات‌های مورفولوژی به کمک عملگر باز و بسته، جزئیات اضافه را حذف می کنیم.

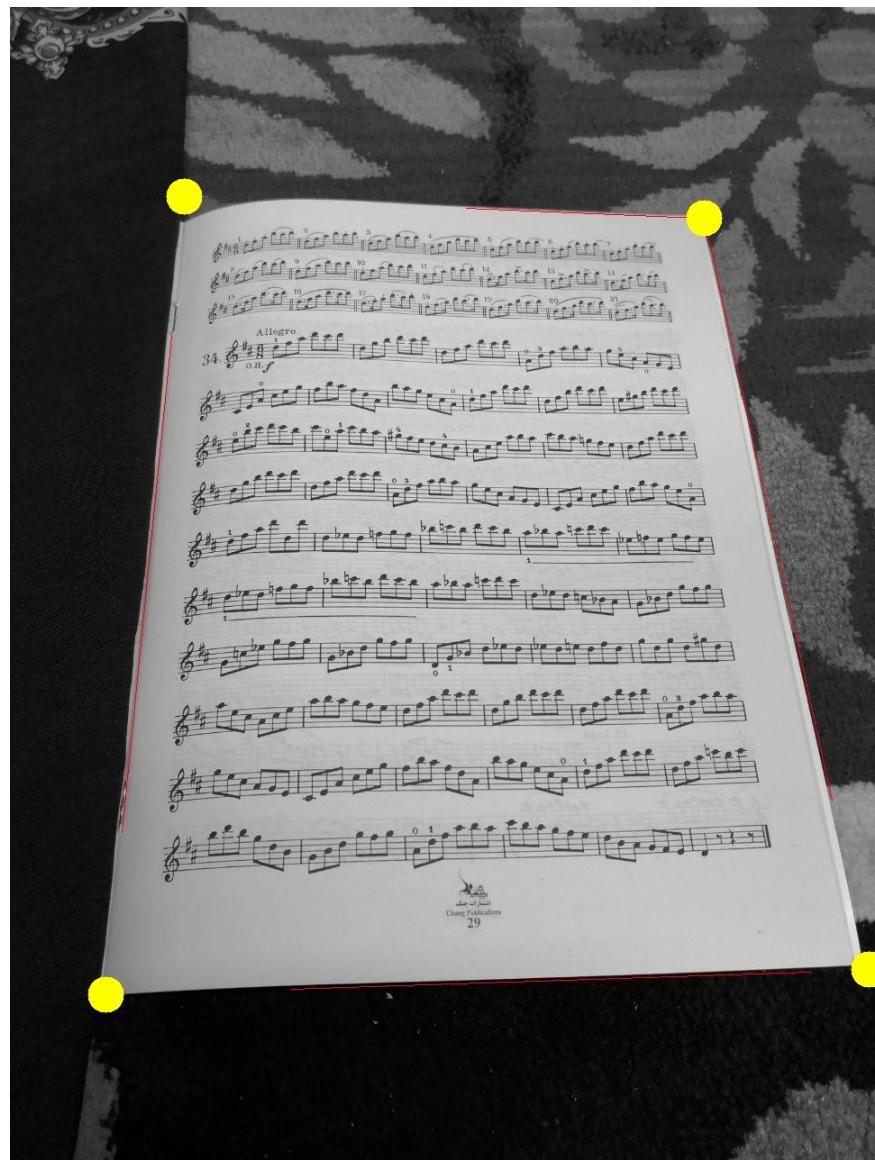


و حال مرز تصویر را باله یاب Canny استخراج کرده و با LSD خطوط را مشخص می کنیم.



این روش روی مثال های دیگر نیز به خوبی عمل کرده و اضلاع کاغذ را مشخص نمود.

در مرحله‌ی بعدی محل تقاطع این خطوط را پیدا می‌کنیم.



و با استفاده از تابع تبدیل، نقاط پیدا شده را به تصویر مستطیلی نگاشت می کنیم.

1 2 3 4 5 6 7
8 9 10 11 12 13 14
15 16 17 18 19 20 21

34. Allegro O.H. f

Chang Publications
29

بخش دوم - استخراج نت و پخش موسیقی

ابتدا یک کلیشه از خطوط حامل با نسبت سایز های مختلف در کل تصویر جستجو می شود تا محل خطوط حامل پیدا شود. نسبت سایزی که بهترین جواب را بدهد برای استفاده‌ی بعدی ذخیره می شود.

جینگل بلز

آهنگ: فولکلور

راهنمای استفاده از CD:

۱. ابتدا چندین بار قطعه را باید دقت از پوششی شماره‌ی ۰۲ می‌گوش نماید.
۲. پس از کسب مهارت کامل در نواختن قطعه، با انتخاب آخرین قابل پوششی ۰۲ این بار شما به عنوان تکنو، گروه ارکستر را همراهی کنید.

توضیحات:

۱. زمان مناسب جهت اجرا پس از فرآگیری درس از کتاب I Le Violin I
۲. به خطوط نگهداری انگشتان بسیار دقت شود.
۳. در هنگام حرکت از انگشت اول به انگشت چهارم، موازن باید باشد انگشت شست و می دست چپ به سمت دسته‌ی ساز منتقل نشود و کماکان صاف و عمود بر گریف باشد.

دانای زیبای وبلن

6

سپس محل های یافت شده، با هم ترکیب می شوند، و در نهایت خطوط حامل به طور کامل مشخص می شوند. (عرض هایی از تصویر که شامل تعداد زیاد کلیشه های پیدا شده هستند به عنوان خطوط حامل معرفی می شوند).

جینگل بلز

آهنگ: فولکلور

۱۰۰

۲ ۴ ۰ ۱ ۲

۳ ۱ ۴

۴ ۰ ۲

۵ ۰

Fine

۹۱/۱۵

راهنمای استفاده از CD:

۱. ابتدا چندین بار قطعه را با دقت از پوششی شماره‌ی ۰۲ می‌گوش نمایید.
۲. پس از کسب مهارت کامل در نواختن قطعه، با انتخاب آخرین قابل پوششی ۰۲ این بار شما به عنوان تکنوار، گروه ارکستر راهنمایی کنید.

توضیحات:

۱. زمان مناسب جهت اجراء: پس از فراگیری درس ۳۸ از کتاب I Le Violin
۲. به خطوط نگهداری انجمنان سیار دقت شود.
۳. در هنگام حرکت از انگشت اول به انگشت چهارم، مواطن باشد انگشت شست و مج دست چب به سمت دسته‌ی ساز متمایل نشود و کماکان صاف و عمود بر گریف باشد.

دانای زیبای وبلن

6

در مرحله بعد، عناصر موسیقی و شکل های موجود در دیتاست، بر روی خطوط حاملی که در مرحله ی قبل پیدا شده اند، جستجو شده و محل تطبیق ها مشخص می شود.



bar-rest.png



flat-line.png



flat-space.png



f-sharp.png



half-line.png



half-note-line.pn
g



half-note-space.
png



half-space.png



quarter.png



sharp.png



solid-note.png



staff.png



staff2.png



staff3.png



whole-line.png



whole-note-line.
png



whole-note-spac
e.png



whole-space.png

سپس مستطیل در برگیرندهٔ هر کدام از علائم پیدا شده و نوع آن و اندازه بهترین نسبت سایز کلیشه و تصویر و ... به کلاس Note فرستاده می‌شوند تا یک شی نت ساخته شود.

جینگل بلز

آهنگ: فولکلور

راهنمای استفاده از CD:

۱. ابتدا چندین بار قطعه را با دقت از پوشهٔ شمارهٔ ۰۲ می‌گوشیم.
۲. پس از کسب مهارت کامل در نواختن قطعه، با انتخاب آخرین قابی پوشهٔ ۰۲ این بار شما به عنوان تکنواز، گروه ارکستر را همراهی کنید.

توضیحات:

۱. زمان مناسب جهت اجراء پس از فرآیند درس ۳۸ از کتاب I Le Violin I
۲. به خطوط نگهداری انگشتان بسیار دقت شود.
۳. در هنگام حرکت از انگشت اول به انگشت چهارم، مواطن باشد انگشت شست و می‌دست چپ به سمت دستی ساز متصل نشود و کماکان صاف و عمود بر گریف باشد.

دانای زیبای ویلن

6

در این کلاس محل نت در عکس در نظر گرفته می شود، یک بازه قبیل و بعد نت انتخاب می شود و محل کلیشه‌ی خط حامل، با توجه به نسبتی که قبلابدست آمده، در آن پیدا می شود. سپس میانگین ارتفاع خط حامل در قبیل و بعد نت حساب شده، اختلاف محل نت و محل خط حامل پیدا شده، تقسیم بر (نسبت فواصل قرار گیری عمودی نت‌های مختلف ضربدر نسبت اندازه‌ی تصویر به کلیشه) می شود تا شماره‌ی نت پیدا شود. در نهایت یک بخش کالیبره کردن وجود دارد و بعد از آن نوع و صدای نت حساب می شود.

سپس این نت‌های پیدا شده، به ترتیب شماره‌ی خط حامل و سپس ترتیب قرار گیری افقی آن‌ها، در فایل خروجی قرار می گیرند.

6.mid

8.mid

کارهای آینده

برای بخش استخراج کاغذ باید ضعف های موجود اصلاح شوند. به طور مثال اگر قوس کاغذ زیاد باشد الگوریتم بتواند آن را به درستی استخراج کند.

همچنین اگر پس زمینه هم رنگ کاغذ، یا دارای لبه های غیرمنتظره باشد، استخراج کاغذ بسیار دشوار خواهد بود. باید از چند روش مختلف عملیات استخراج کاغذ انجام شود و هر کدام که تصویر استخراج شده اش، شبیه تر به کاغذ بود، انتخاب شود. برای مثال دو روش استخراج بر اساس رنگ و استخراج بر اساس لبه وجود دارد و چون نرم افزار Cam Scanner کاملاً بر اساس لبه عمل می کند، نمی تواند از فاصله‌ی دور تصویر کاغذ را استخراج کند.



برای بخش تشخیص نت باید علائم موسیقیایی بیشتری در نظر گرفته شود. عملیات تطبیق کلیشه با طبقه بند سلسله مراتبی ترکیب شود تا سرعت بالاتری داشته باشیم. همینطور میتوان کلیشه را با گام های بلند تر (مثلًا ^۴) جا به جا کرد (به دلیل کیفیت بالای تصویر ورودی گام بلندتر مشکلی ایجاد نمی کند).

همینطور برای بررسی دقیق تر، لزوم استفاده از شبکه‌ی عصبی غیر قابل انکار است، چونکه علائم می‌توانند شکل‌های بسیار متنوعی داشته باشند و حتی می‌توانند باهم ترکیب شوند و بهم اتصال پیدا کنند. همینطور ممکن است مفهوم علائم با توجه به علائم دیگر تغییر کند.