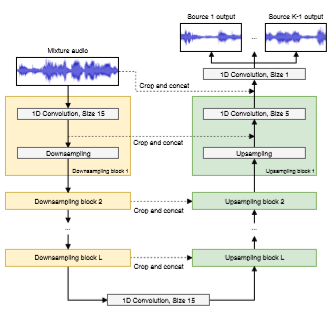
**תקציר:**

כיום, נפוץ שמשתמשים אינטרנטיים נעזרים בתוכנות ייעודיות על מנת להפריד שירים בפורמטים שונים למקורות (זמר/ת, בס תופים, צלילים אחרים), תוכנות אלו עולות כסף, לרוב לא נוחות לשימוש וצורכות זמן למידה של המשתמש, פרויקט זה עוסק בתהליך יישום מערכת קוד מבוסס הניתנת לאימון, שמטרתה לבצע את ההפרדה של השירים למקורות.

מערכות :

* אוטומטיות וקלות לשימוש.
* מבצעות את המשימה במהירות.
* דורשות הרצה חד-פעמית של תהליך אימון למודל.
* קיימת אופציה ללמידה מונחית באמצעות .
* בעלות יכולת להתפתח עם הזמן.

המטרה העיקרית של הפרויקט, מעבר ליישום המערכת, היא להראות שניתן לפתור בעיות מורכבות כמו הפרדות של שירים למקורות באמצעות אלגוריתמי .

במהלך הפרויקט ובדו"ח זה נבחן את ה- , שהוא אלגוריתם ללמידה עמוקה מסוג המיועד לפתירת משימות של הפרדה למקורות במרחב הזמן.

איור 1: Wave-U-Net

ה- *משתמש ב-*  המכיל שירים מקוריים ואת ההפרדות המקוריות שלהם שהוקלטו בערוצים נפרדים ובאמצעותם המודל "לומד" כיצד לבצע את ההפרדות, כל זה קורה בתהליך האימון של המערכת ובסופו מתקבל מודל סופי מבין הרבה שהוא בעל הביצועים הטובים ביותר להפרדות שירים [1].

בתהליך האימון ובניית מודל ה- *השירים מסט האימון עוברים במודל במספר רב של איטרציות כאשר בכל אחת מהן נבחן מודל יחיד ובסופה מוחלט האם הוא טוב יותר או לא לפי ה-* שלוהנותנת את ההפסד הכולל על בחינת שירים מסט הולידציה של ה- .

*כל מודל מכיל שכבות של* שתפקידן לקבל את ה-מהשכבה הקודמת ולבצע *בין המידע בכניסה לשכבה למספר "פילטרים" (נקראים ) ליצירת* שהן המרכיב הכי חשוב של המודל שנבנה ובעזרתן מתבצעים ההפרדות. ו- *בין כל* , סה"כ *שכבות, כדי לחשב* נוספים ברזולוציות זמן שונות.

לאחר בניית המודל המפריד, הוא עובר תהליך של *שבו אנו נרצה לקבל את ערכי המשקלים ב-*  עבורם ה- *של המודל מינימלית וה-* שמחושבים באמצעותם אופטימליים*, נשתמש ב* עם מקדם של כדי להמנע מ- *ולוודא את התכנסות המודל.*

*על מנת לשפר את המודל יותר מתבצע תהליך אימון שני מייד בסיום החלק הראשון הנקרא* שבו מקשיחים את התנאים לאימון המודל ע"י כך שמתבצעים צעדים קטנים יותר בכיוון המינימום של ה- *וממשיכים בביצוע סט איטרציות נוסף של אימון למודל.*

*המודל הסופי הוא התוצר של תהליך האימון המשני ונשמר על המחשב בתיקיית הקוד, מודל זה מכיל את הפרמטרים והמשקלים האופטימליים לביצוע הפרדות שירים למקורות בהתאם ל ובו נשתמש בביצוע הפרדות לשירים.*

*לתוצרי המודל הסופי שהתקבל בסוף התהליך בוצעו מספר בדיקות והערכות לפי מדדי* המתארים את איכות, מובנות וחווית משתמש של תוצרי ההפרדות של המודל, התוצאות נדגמו משירים שהופרדו באופן עצמי מסט האימון של הפרויקט בהשוואה לקבצי המקור. ביצועי המודל שנבחן הראו על תוצאות טובות עם יותר מ- במדד , 70% התאמה במדד , ממוצע של מעל 7.5 במדד ו- מינימלי.

פרויקט זה מציג את יכולותיהם של אלגוריתמי למידה עמוקה ויישומן בפתירת בעיות מורכבות כמו הפרדות של שירים למקורות ביעילות ובהצלחה.

**Executive Summary:**

Nowadays, it is common for personal internet users to use different types of software’s to separate songs to their multi-instrument factors (vocals, bass, drums and other sounds), these software’s require paid subscription for usage and are hard to use and need time to study them. This project suggests a code based platform using trainable Deep Learning methods to accomplish a fully end-to-end song source separation.

Deep learning systems:

* Are automatic and easy to use.
* Accomplishes the task quickly.
* Require a 1 time only training procedure for the model.
* Supervised learning can be applied using labeled dataset.
* Evolves through experience.

The main goal of this project is to show that complex problems such as multi-instrument song separation can be solved using Deep learning algorithms.

During the project we will be using the Wave-U-Net, a multi-scale end-to-end CNN (Convolutional Neural Network) that operates on the time-domain and separates to song to its individual sources.

The Wave-U-Net uses musdb18 dataset that includes original songs with their respective multi-instrument separations for the training procedure of the system model [1].

In the training procedure the files from the dataset are loaded in batches into the Wave-U-Net to create a parametric model of the separator, this procedure keeps going while the system is learning and creating many different models that are being testes and evaluated in accordance to their total loss on song prediction from the validation dataset.

Each model consists on L blocks of convolution layers and down/up sampling operation. CL performs the 1dConvoluion operation between their input and a number of randomly assigned filters (kernels) to compute feature maps for the model, these feature maps are being used by the model to make the song predictions after being optimized. Down/up sampling is performed between each CL, L layers each for 2L total layers, to calculate different feature maps in different resolutions.

The separator model calculated in the current iteration is going through an optimization procedure where we want to minimize the loss function in accordance to the kernel weights, we use ADAM optimizer algorithm for optimization and learning rate factor 0.0001 to avoid over/under fitting of the model.

To further enhance the separator model performance fine tuning is applied after the first set of training, the learning rate is lowered to 0.00001 as we take smaller steps in the minimum direction of the loss function and carry out another set of training.

The final model is the product of the secondary training set and is saved on the PC. We use it to make our song separation prediction because this model holds the optimized parameters and weights for multi-instrument source separation given the musdb18 dataset.

We perform some tests and evaluations on the source estimates final separator model created in the training process, the indices used are SNR and MSE for quality, STOI for intelligibility and MOS for user experience. The results for the calculations of these indices were based on separations from the training set and their references. Our models performance were very good and showed successful results on all indices with over 10 dB on SNR on more than half the songs testes, 70% on most of the songs with STOI, an average score over 7.5 rating on MOS and minimal MSE.

This project showed the capabilities of deep learning algorithms and that they can solve complex problems through training such as multi-instrument song source separation with great results