

МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У СИСТЕМАХ ПРИДУШЕННЯ ШУМУ НА ПЛАТФОРМІ SOC

Корнієнко В.Р., Філіппенко О.І.

e-mail: sviatoslav.pavliuk@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. АПОТ
м. Харків, Україна

Modern video conferencing systems work in different noise environments, so preservation of speech clarity and provision of quick adaptation to changes in this environment are relevant tasks. During the development of embedded systems, finding a balance between resource consumption, performance, and signal quality obtained after noise suppression is necessary. Systems on a chip allow us to use the power of both processor cores available on the hardware platform and FPGAs to perform complex calculations, which contributes to increasing the speed or reducing the load on the central SoC cores.

У різноманітних задачах класифікації та виділення шумів набули популярності алгоритми машинного навчання на основі нейронних мереж. Такі алгоритми можуть визначати тип шуму і виконувати як визначення Voice Activity так і виконувати придушення шуму у результуючому аудіо потоку. Глибоке навчання (Deep Learning) використовують у задачах придушення шуму з кількох ключових причин, які дозволяють значно покращити результати у порівнянні з традиційними методами обробки сигналів.

Традиційні методи придушення шуму часто базуються на лінійних моделях або статистичних припущеннях про характеристики шуму. Глибокі нейронні мережі здатні моделювати складні нелінійні залежності між чистим сигналом і шумом, що дозволяє ефективніше виділяти корисний сигнал навіть у складних умовах. Моделі глибокого навчання можуть адаптуватися до різноманітних типів шуму і сигналів. Вони можуть бути навчені на великих наборах даних, що містять приклади різних умов запису та типів шуму, що робить їх універсальними у застосуванні. На відміну від традиційних методів, які часто вимагають ручного проектування ознак для кожного конкретного застосування, глибокі нейронні мережі здатні автоматично витягати релевантні ознаки з сирих даних. Це значно зменшує потребу в інженерії ознак і дозволяє створювати більш загальні моделі.

Метою дослідження є процедури адаптивної фільтрації на технологічній платформі SoC з використанням методів машинного навчання.

Існує декілька алгоритмів фільтрації призначених для придушення шуму, з яких відомими є адаптивний фільтр Вейнера, LMS фільтр та нейронна мережа RNNNoise. При цьому вихідний сигнал після фільтрації характеризується набором об'єктивних метрик якості аудіосигналу, таких

як розривчатість (discontinuity), зашумленість (noisiness), наявність ехо (reverberation), насиченість (coloration) та цілісна оцінки якості (overall), які можуть бути використані для характеристики якості алгоритму придушення шуму. При використанні нейронної мережі RNNoise на її вхід має подаватися вхідний буфер сигналу довжиною 10 мілісекунд на частоті дискретизації 48КГц, тобто вхідний буфер має містити у собі 480 відліків вхідного сигналу. Головним критерієм порівняння різних алгоритмів придушення шуму є аналіз отриманих об'єктивних метрик вихідного сигналу та візуальне спостереження спектрограм аудіосигналу до і після придушення шуму.

У дослідженні було виконано аналіз двох методів придушення шуму з використанням адаптивного фільтру Вейнера та нейронної мережі RNNoise що були розглянуті у різних шумових оточеннях. Було отримано результуючі спектрограми вихідних сигналів та результати об'єктивних метрик SIGMOS для отриманих топологій проходження сигналу. У ході аналізу отриманих спектрограм було виявлено, що у сценаріях різного шумового оточення фільтр Вейнера працює схожим чином до фільтру низьких частот, що частково може бути використано для придушення високочастотної складової або звуження частотного діапазону сигналу.

В ході роботи було виконано запуск нейронної мережі RNNoise на ARM-частині апаратної платформи ZYNQ Zedboard з використанням інструментальних засобів Vitis-IDE та отриманні об'єктивних метрик сигналу до і після обробки з використанням пакету SIGMOS. Також була зроблена апаратна реалізація різних алгоритмів адаптивної фільтрації, яка дозволила довести переваги фільтра на основі нейронної мережі для придушення шуму в аудіо сигналах з різними параметрами.

У розглянутих сценаріях було виявлено кращі результати у випадку використання нейронної мережі RNNoise у задачах придушення шуму для типових сценаріїв шумового оточення за рахунок швидкого часу реакції на зміну шумового оточення.

Список використаних джерел:

1. Lahti S. Leveraging Modern C++ in High-level Synthesis / S. Lahti, M. Rintala, T. D. Hamalainen // IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, 2023. – Vol. 42, № 4. – P. 1123–1132. DOI: 10.1109/TCAD.2022.3193646.

2. Шкіль О., Рахліс Д., Філіпенко І., Корнієнко В. і Рожнова Т. Автоматизоване проектування вбудованих систем цифрового оброблення сигналів на платформі SoC. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2024. No 1(27). С. 192–203. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2024.27.192>