

Техничко решење: Софтвер за симулацију стохастичког ортогоналног мерила сигнала, његовог интеграла и диференцијала

Руководилац пројекта: Владимир Вујичић

Одговорно лице: Владимир Вујичић

Аутори: Велибор Пјевалица, Владимир Вујичић, Небојша Пјевалица

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја ТР-32019 и покрајинског пројекта 114-451-2723.

Година: 2011.

Примена: 01.12.2011.

Кратак опис

Софтвер симулира рад стохастичког ортогоналног мерача позиције, интеграла и диференцијала заснованог на стохастичком процесору ортогоналних трансформација. Улазни сигнал проивољног таласног облика се конвертује у низ целих бројева. Улазни низ се дели на подскупове од по 32 броја, при чему се поменути подскупови од 32 броја користе за рачунање 4 Фуријеова синусна коефицијента, којима се апроксимира поменути интервал од 32 одбирка. Преко добијених коефицијената може да се тачно одреди извод у тачки, а уједно се мери и вредност сигнала у тачки, као и одређени интеграл (површина испод криве) до последње тачке у датом интервалу. За наредни одбирак, поступак се понавља слајдинговањем.

Техничке карактеристике:

Нови тип А/Д конвертора је јединствен по томе што мери извод сигнала у тачки. Мерење извода се не обавља нумерички као разлика два суседна одбирка (што представља стандардан приступ који је изразито осетљив на шуме и одликује се врло малом тачношћу чак и кад нема шума у сигналу), већ се добија на основу вредности извода тригонометријског полинома којим је сигнал на сегменту од 32 одбирка апроксимиран. Паралелно се мери и вредност сигнала у тачки и одређени интеграл.

Техничке могућности:

Софтвер тестира тачност рада новог мерила за задату резолуцију. Захваљујући великом проточном капацитету и потпуној паралелизацији код одређивања Фуријеових синусних коефицијената коју омогућа стохастички процесор ортогоналних трансформација, могуће је са тачношћу бољом од 0,5% апроксимирати чак и прекиде функција.

Реализатори:

Факултет техничких наука у Новом Саду

Корисници:

Факултет техничких наука у Новом Саду и ION SOLUTIONS *d.o.o.* као партиципант. Могућ је пренос технологије према свим заинтересованим субјектима.

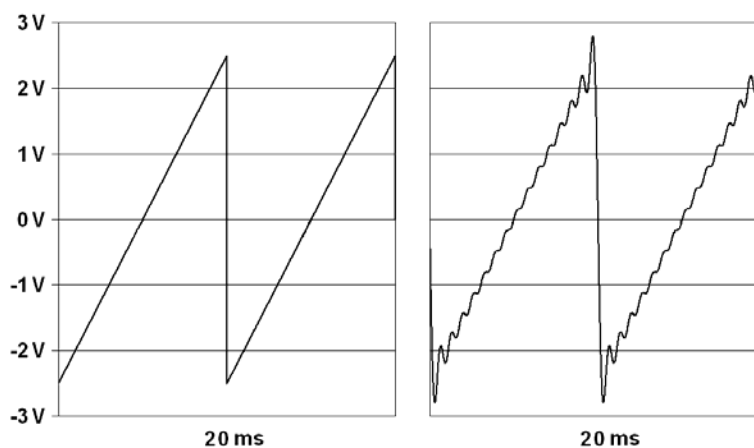
Подтип решења:
Софтвер (М 85)

Стање у свету

Основна идеја која се користи у свету у овој области је одређивање извода сигнала, нумеричким одузимањем вредности два суседна одбирка. Овакав приступ има два недостатка. Први озбиљан недостатак оваквог приступа је тај што присуство шума прави јако велику грешку приликом тражења извода. Други недостатак је тај да се грешка драстично повећава уколико су суседни одбирци међусобно блиских вредности, односно ако је разлика блиска нули.

Модел и верификација софтвера

Класичан приступ одређивања ДФТ трансформације подразумева мерење и синусних и косинусних коефицијената све до реда $\frac{N}{2}$, при чему је N број одбирака којима је дата секвенца сигнала представљена. Обзиром да у општем случају секвенца која се апроксимира тригонометријским полиномом није ни парна ни непарна функција, неопходни су и синусни и косинусни коефицијенти да би се секвенца могла представити тригонометријским полиномом. Додатни проблем представља то што у општем случају секвенца не почиње од нуле, нити се завршава нулом, што значи да реконструисана секвенца има прекид на крају интервала. Погледати слику 1.

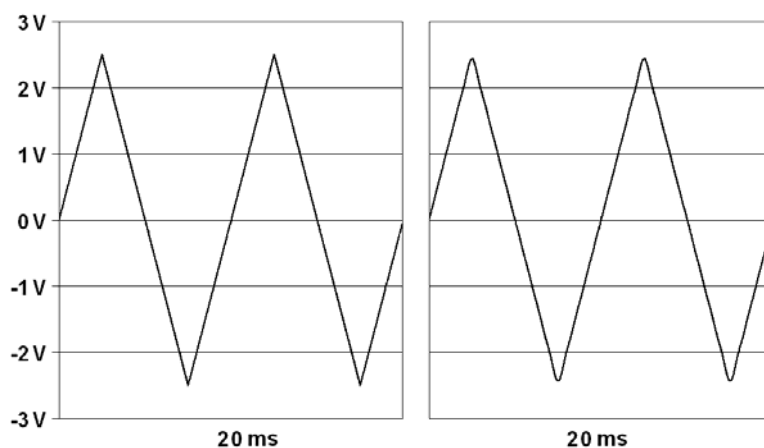


Слика 1. Оригинална (лево) и реконструисана (десно) произвољна секвенца коришћењем ИДФТ

Обзиром да је интервал који се апроксимира коначан, а да је апроксимациони полином бесконачан, неминовно се добија секвенца која се стално понавља. Проблем

је што се приликом реконструкције непотребно јавља проблем покривања прекида који се јавља приликом завршетка апроксимираних секвенци и њеног поновног јављања.

Значајно побољшање се добија када се апроксимирајућа секвенца сигнала прво преслика осно симетрично, а потом да се добијени сигнал додатно прошири централном симетријом. На овај начин се полазна секвенца учетворостручи у трајању, и отклања се проблем прекида. Погледати слику 2.



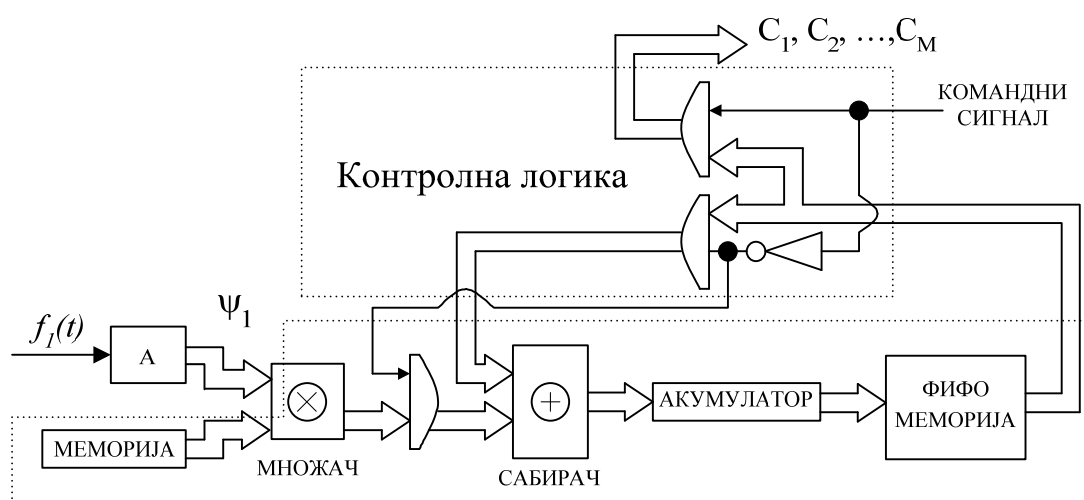
Слика 2. Оригинална (лево) и реконструисана (десно) произволна секвенца продуженог сигнала коришћењем ИДФТ

Обзиром да се отклања прекид, испоставља се да је непотребно користити хармонике реда већег од 4 да би се секвенца од 32 одбирка представила са грешком мањом од 0,5% на целом интервалу

Додатна оптимизација постиже се слајдинговањем. За сваки нови одбирак поступак се понавља, односно рачунски се разматрају претходни 31 одбирак + текући. У том смислу користи се Декартов правоугаони координатни систем са покретним координатним почетком. Зато свака модификована учетворостручена секвенца полази из координатног система, односно имамо конструисану непарну функцију, па су косинусни коефицијенти сувишни (сваки понаособ је нула). На овај начин додатно се преполовљава број коефицијената које је потребно измерити да би се секвенца апроксимирала.

Другим речима довољно је измерити 4 синусна коефицијента (први, други, трећи и четврти синусни хармоник) и тако обезбедити тачну симболичку апроксимацију посматраног сигнала на датом интервалу. Познавањем симболичке апроксимације, могуће је одредити извод у датој тачки сабирањем производа измерених коефицијената са константама $\cos\left(n \cdot \frac{2\pi}{31} \cdot 32\right)$, при чему n узима вредности 1,2,3 и 4

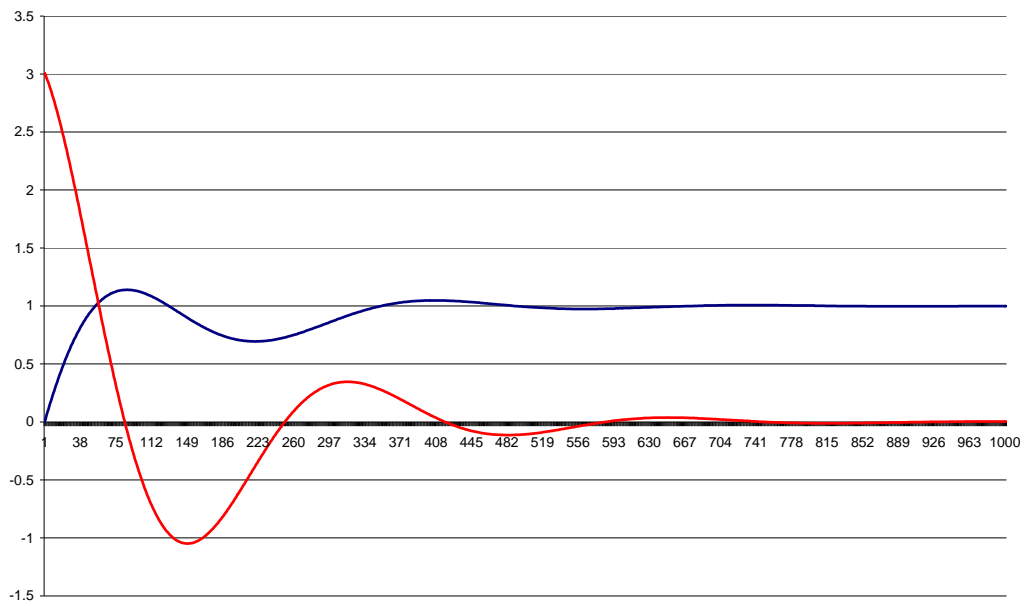
респективно. Имајући у виду да се код поменутог поступка примењује слајдинговање, за сваки наредни одбирак треба изнова мерити 4 синусна коефицијента. За апроксимирајући интервал од 32 одбирка, и апроксимацију интервала са 4 синусна коефицијента, потребно је имати $32 \times 4 = 128$ нумеричких акумулатора. Велики проточни капацитет пајплајнига стохастичког процесора ортогоналних трансформација даје оптимално решење за проточну апроксимацију сукцесивних интервала неког сигнала. Архитектура пајплајнига стохастичког процесора ортогоналних трансформација прилагођена наведеном алгоритму, дата је на слици 3.



Слика 3. Архитектура процесора за паралелно мерење синусних коефицијената

Стохастичка адициона А/Д конверзија која представља основу мерења једног коефицијента, захтева аналогни шум са униформном расподелом амплитуда. Ако се усвоји фреквенција такта за генерисање шума (који је уједно и такт одабирања) од 1MHz, и ако се примењују дигитални склопови који раде са тактом од 128MHz, онда је довољан један дигитални сабирач, један дигитални множач и ФИФО меморија са 128 података, која ради као једноструко повезана кружна листа да би се остварила текућа апроксимација за сваки нови одбирак неког сигнала.

Резултат рада софтвера примењеног на псеудо-периодични одзив система првог реда и извод датог сигнала, дат је на слици 4.



Слика 4. Псеудопериодични сигнал и његов извод добијен апроксимацијом функције

Софтвер за симулацију стохастичког ортогоналног мерила сигнала, његовог интеграла и диференцијала развијен је на Факултету техничких наука у Новом Саду, у оквиру текућег пројекта бр. ТР-32019 код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије и текућег пројекта бр. 114-451-2723 код Покрајинског секретаријата за науку и технолошки развој АП Војводине.

Децембар 2011.