

Практична робота №3. Динамічна обробка хвильового аудіопотоку

Мета роботи

Засвоїти принципи роботи пристроїв динамічної обробки аудіосигналу: компресора та знижувального експандера динамічного діапазону.

Завдання на практичну роботу

Дано:

- фрагмент одноканального аудіопотоку у вигляді набору вибірок амплітуди сигналу;
- параметри компресора і експандера динамічного діапазону: поріг спрацьовування T і коефіцієнт зміни R .

Необхідно:

- 1) представити відповідні значення даного фрагмента після диференційного кодування (DPCM), обчислити коефіцієнт стиснення;
- 2) представити значення даного фрагмента після обробки знижувальним компресором динамічного діапазону із заданими параметрами T і R ;
- 3) представити значення даного фрагмента після обробки знижувальним експандером динамічного діапазону із заданими параметрами T і R ;
- 4) побудувати графіки хвиль вхідного сигналу та після обробки компресором та експандером в єдиних координатних осях амплітуди і часу.

Варіанти:

вар.	Відліки амплітуди вхідного аудіосигналу										T	R
1	13177	9739	7377	5236	4134	5265	5431	6971	9524	12607	7946	2
2	37970	37952	37925	37913	37904	37928	37942	37952	37964	37974	37942	3
3	30287	30286	30283	30281	30278	30279	30282	30286	30289	30291	30284	4
4	20128	19925	19813	19596	19591	19730	19941	19978	20034	20281	19902	5
5	23290	23255	23198	23188	23162	23221	23245	23282	23298	23335	23247	6
6	38484	38476	38447	38444	38421	38436	38465	38479	38501	38532	38469	7
7	2704	2613	2514	2497	2471	2589	2659	2753	2825	2912	2654	8
8	15924	15714	15581	15524	15029	15138	15409	15659	15993	16296	15627	9
9	32781	32635	32260	32079	32004	32454	32610	32931	33266	33313	32633	10
10	41327	41322	41305	41254	41244	41254	41305	41344	41345	41399	41310	2
11	31455	31451	31450	31447	31446	31449	31452	31455	31456	31458	31452	3
12	24187	23436	22539	21607	21070	21567	22328	22665	23273	24100	22677	4
13	54150	54146	54145	54142	54138	54140	54142	54143	54147	54150	54144	5
14	24962	24961	24957	24956	24954	24955	24958	24960	24961	24963	24959	6
15	54783	54499	53570	52935	52042	54014	54926	56925	58535	59834	55206	7
16	9322	9306	9295	9279	9265	9271	9283	9287	9301	9311	9292	8

Приклад виконання роботи

Дано:

- фрагмент одноканального аудіопотоку у вигляді набору вибірок амплітуди (відліків) сигналу:

відносний № відліку	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
значення РСМ-відліку	+54193	+54496	+54836	+54916	+55243	+55026	+54569	+54100	+53722	+53499

- параметри компресора і експандера динамічного діапазону: поріг спрацьовування $T = 54249$; коефіцієнт зміни $R = 5$.

Необхідно:

- представити відповідні значення даного фрагмента після диференційного кодування (DPCM), обчислити коефіцієнт стиснення;
- представити значення даного фрагмента після обробки знижувальним компресором динамічного діапазону із заданими параметрами T і R ;
- представити значення даного фрагмента після обробки знижувальним експандером динамічного діапазону із заданими параметрами T і R ;
- побудувати графіки хвиль вхідного сигналу та після обробки компресором та експандером в єдиних координатних осях амплітуди і часу.

Вирішення

- Сутність диференційного кодування (DPCM) полягає у зберігання різниць сусідніх значень амплітудних відліків замість значень самих відліків:

$$S_{\text{DPCM } i} = S_{\text{PCM } i} - S_{\text{PCM } i-1}.$$

Обчислимо ці різниці і зведемо їх у таблицю:

відносний № відліку	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
значення DPCM-відліку	–	303	340	80	327	–217	–457	–469	–378	–223

В загальному випадку коефіцієнт стиснення визначається як відношення обсягу вхідних даних до обсягу стиснених даних:

$$K = \frac{V_{\text{вх}}}{V_{\text{ст}}}.$$

Оскільки в нашому випадку кількість РСМ-відліків та DPCM-відліків однакова, коефіцієнт стиснення можна обчислити як відношення розрядності квантування РСМ-відліків до розрядності представлення DPCM-відліків:

$$K = \frac{Q_{\text{PCM}}}{Q_{\text{DPCM}}}.$$

Найбільше за модулем з наведених значень відліків — це +55243. У двійковій системі воно представляється 16 бітами. Ще один біт кодує знак числа. Таким чином, загальна розрядність квантування, достатня для представлення відліків у заданому діапазоні, складе $Q_{\text{PCM}} = 16 + 1 = 17$ біт.

Найбільше за модулем з обчислених значень DPCM-відліків — це -469 . У двійковій системі воно представляється 9 бітами. Ще один біт кодує знак числа. Таким чином, загальна розрядність, достатня для представлення DPCM-відліків у заданому діапазоні, складе $Q_{\text{DPCM}} = 9 + 1 = 10$ біт.

Відповідно, коефіцієнт стиснення: $K = 17 / 10 = 1,7$.

2. Компресор динамічного діапазону аудіоданих використовується для зменшення різниці між слабкими та гучними звуками. Знижувальний компресор здійснює це шляхом зменшення амплітуди частини аудіосигналу, що перевищує поріг T спрацьовування компресора, у R разів (тобто робить гучні звуки тихішими). Роботу знижувального компресора можна представити у вигляді функції:

$$S_{\text{к.зн.}} = \begin{cases} S_{\text{вх}}, & \text{якщо } S_{\text{вх}} \leq T; \\ T + \frac{S_{\text{вх}} - T}{R}, & \text{якщо } S_{\text{вх}} > T. \end{cases}$$

У відповідності з цією функцією обчислимо значення відліків аудіо сигналу після обробки знижувальним компресором (Cmpr) із заданими параметрами T та R і зведемо їх у таблицю:

відносний № відліку	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
значення Cmpr-відліку	54193	54298	54366	54382	54448	54404	54313	54100	53722	53499

3. Експандер динамічного діапазону аудіоданих використовується для збільшення різниці між слабкими та гучними звуками. Знижувальний експандер здійснює це шляхом зменшення амплітуди частини аудіосигналу, що є меншою, ніж поріг T спрацьовування експандеру, у R разів (тобто робить тихі звуки ще тихішими). Роботу знижувального експандера можна представити у вигляді функції:

$$S_{\text{е.зн.}} = \begin{cases} S_{\text{вх}}, & \text{якщо } S_{\text{вх}} \geq T; \\ T - (T - S_{\text{вх}}) \cdot R, & \text{якщо } S_{\text{вх}} < T, S_{\text{е.зн.}} \geq 0. \end{cases}$$

У відповідності з цією функцією обчислимо значення відліків аудіо сигналу після обробки знижувальним експандером (Exprd) із заданими параметрами T та R і зведемо їх у таблицю:

відносний № відліку	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
значення Exprd-відліку	54496	54836	54916	55243	55026	54569	53504	51614	50499	54496

4. За даними, обчисленими у пп. 2 та 3, побудуємо графіки хвиль сигналу до та після обробки компресором і експандером в єдиних координатних осях амплітуди і часу:

