



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85847 (13) C2

(51) МПК (2009)

G10H 1/36

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕМПОМ ВІДТВОРЕННЯ МУЗИЧНОГО ТВОРУ

1

2

(21) а200601820

(22) 20.02.2006

(24) 10.03.2009

(46) 10.03.2009, Бюл.№ 5, 2009 р.

(72) ШЕЛЄПОВ ВЛАДИСЛАВ ЮРІЙОВИЧ, UA,
ЖУК ОЛЕКСАНДР ВІКТОРОВИЧ, UA

(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ, UA

(56) US 6281424, Aug.28, 2001

JP 2000029473, 28.01.2000

RU 2000112271, 20.04.2002

RU 2100848, 27.12.1997

UA 26589 C2, 11.10.1999

UA 72614 C2, 15.12.2003

US 5648628, Jul.15, 1997

US 5054360, Oct.8, 1991

JP 8314484, 29.11.1996

RU 2178922, 27.01.2002

US 5300725, Apr.5, 1994

US 5679912, Oct.21, 1997

RU 95122584, 27.12.1997

US 5491751, Feb.13, 1996

RU 2257676, 27.07.2005

(57) 1. Спосіб автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, який включає формування бази даних музичних творів, які містять партію соліста й акомпанемент, вибір потрібного музичного твору, який відрізняється тим, що одержують графічне відображення вибраного музичного твору, перетворюють вибраний музичний твір у MIDI-еквівалент, погоджений за часом із графічним відображенням, установлюють часовий критерій синхронізації між партією соліста й акомпанементом, виконують пошук точок синхронізації в MIDI-еквіваленті музичного твору між партією

соліста й акомпанементом з урахуванням часового критерію синхронізації, виконують сегментацію MIDI-еквівалента музичного твору по знайдених точках синхронізації, причому останній сегмент MIDI-еквівалента музичного твору класифікують як закінчення твору, а перший сегмент MIDI-еквівалента музичного твору при відсутності точки синхронізації в його початку класифікують як вступ, у сегментах MIDI-еквівалента музичного твору, що залишилися, визначають направляючі точки з урахуванням часового критерію синхронізації, при відтворенні музичного твору відтворюють послідовно, починаючи з першого, усі сегменти MIDI-еквівалента музичного твору, причому відтворення кожного наступного сегмента починають у момент досягнення в партії соліста точки синхронізації, відповідної початку сегмента MIDI-еквівалента музичного твору, і виконують корекцію темпу відтворення в точках синхронізації і направляючих точках, при цьому значення відкоректованого темпу відтворення в точці синхронізації для кожного наступного сегмента визначають як середнє арифметичне значень темпів відтворення партії соліста й акомпанементу на попередньому сегменті, а значення відкоректованого темпу відтворення в направляючій точці для поточної ділянки між направляючими точками визначають як середнє арифметичне значень темпів відтворення партії соліста й акомпанементу на попередній ділянці між направляючими точками.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що як часовий критерій синхронізації між партією соліста й акомпанементом вибирають події натискання клавіші в партії соліста або ритмічні частки музичного твору.

Винахід відноситься до електронних музичних інструментів, а саме -до способів керування параметрами відтворення і може бути використаний в музичних комп'ютерних системах для акомпанементу.

Відомо прикладне використання системи голос/звуковий супровід [патент РФ №2257676, МПК7 H04H1/02, країна пріоритету US, опубл.

2005.07.27.], реалізоване в системі кінотеатру і способі функціонування системи кінотеатру.

У відомому способі функціонування системи кінотеатру перший аудіосигнал, що є вокальним сигналом, і другий сигнал, що містить аудіоінформацію, відмінну від аудіоінформації першого аудіосигналу, передають з одного або декількох елементів носія інформації синхронно з відповідною

(13) C2

(11) 85847

(19) UA

відеоскладовою або аудіоскладовою, перший і другий аудіосигнали регулюють на підставі вхідних сигналів, що надходять від користувача, за допомогою першого і другого регулювальних пристроїв.

Система являє собою комп'ютер, а перший і другий регулювальні пристрої функціонують з використанням програмного і/або апаратного забезпечення комп'ютера.

Регулювальні пристрої автоматично регулюють і підтримують відношення гучності першого аудіосигналу до гучності другого аудіосигналу. Процесор обчислює стандартне відношення і зберігає його в пам'яті. Користувач керує першим і другим регулювальними пристроями за допомогою графічного інтерфейсу користувача.

Регулювання виконується у такий спосіб. Якщо при зміщенні пристрою регулювання гучності в одному напрямку зростає гучність першого аудіосигналу, то гучність другого аудіосигналу убавляє, а при зміщенні пристрою регулювання гучності в іншому напрямку зростає гучність другого аудіосигналу, гучність першого аудіосигналу убавляє.

Таким чином, відомий спосіб голос/звуковий супровід застосовується для регулювання гучності аудіосигналів, і внаслідок цього не може бути ефективно використаний для регулювання темпу при керуванні темпом відтворення музичного твору, що є недоліком даного способу.

Також відомі сучасні пристрої для музичного акомпанементу, так називані караоке-системи, призначені для того, щоб за допомогою електронної звукової системи відтворювати слова пісні, що виконується співаком перед мікрофоном, разом із записаним музичним акомпанементом. Типова караоке-система містить у собі мікрофон, широкосмугову стереосистему з потужним підсилювачем, яка дозволяє здійснювати змішування звуків, луна-генератор для поліпшення якості звуку голосу виконавця, окремий пристрій керування, який забезпечує співаку вибір пісні і синхронізацію з нею, ступінь посилення мікрофона і музики, темп і висоту звуку з того місця, де знаходиться користувач, і надає досить широкий вибір мелодій. Деякі караоке-системи включають також телевізійні монітори для відображення слів пісні, щоб виконавець міг читати слова під час виступу.

Відома мобільна система караоке [патент РФ №2178922, МПК7 G11B31/02, G10H1/36, H04N7/02, опубл. 2002.07.27.], яка містить мобільний передавальний пристрій, який включає в себе процесор керування аудіосигналами, перший вхід якого підключений до постійного запам'ятовуючого пристрою для зберігання даних музичного супроводу і відповідних їм номерів у вигляді цифрових сигналів, другий вхід - до матриці перемикачів, процесор обробки голосових сигналів, зв'язаний із внутрішнім і зовнішнім мікрофонами, і мікшер, перший вхід якого через звукову карту з'єднаний з виходом процесора керування аудіосигналами, другий вхід підключений до виходу процесора обробки голосових сигналів. Причому процесор обробки голосових сигналів виконаний і запрограмований з можливістю регулювання висоти тону, ритму, темпу, затримки звуку, рівня луни, штучної реверберації і гучності виконання.

У процесі роботи запропонованої мобільної системи караоке за допомогою матриці перемикачів із ПЗП або картриджа здійснюється вибір бажаного музичного супроводу для виконання музичних творів.

Процесор керування аудіосигналами виконує загальне керування аудіочастиною системи відповідно до програми, що зберігається в його внутрішній пам'яті. Програма направляє музичні дані, що відповідають обраному номеру, у пам'ять, яка являє собою статичну пам'ять з довільною вибіркою. Процесор керування аудіосигналами керує також видачею музичних даних із ПЗП або картриджа. Крім того, процесором керування аудіосигналами виробляється вивід інформації про функціональний стан системи на рідкокристалічний дисплей, а також забезпечується передача відтворюваних сигналів музичного супроводу на звукову карту.

Аудіосигнал, тобто голос виконавця, підсилюється, а потім за допомогою процесора обробки голосових сигналів обробляється для додавання потрібної форми, ритму і темпу, а також для селектування тону високого або низького рівня.

Таким чином, у запропонованій системі караоке забезпечується виконання вокальної партії під музичний акомпанемент, виконується обробка голосових сигналів з метою надання їм потрібного темпу, за рахунок чого досягається узгодження вокальної партії з музичним супроводом. Однак даний винахід не може бути ефективно використаний в разі необхідності автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, коли користувач сам повинний з тих або інших причин керувати темпом відтворення акомпанементу.

Як правило, караоке-системи використовують представлення даних музичного супроводу, сумісне зі стандартом «Musical Instruments Digital Interface» (MIDI), тобто цифровим інтерфейсом музичних інструментів. Специфікація даного стандарту містить у собі опис апаратної і програмної частин інтерфейсу [Белунцов В. Музыкальные возможности компьютера: Справочник. - СПб.: Издательство «Питер», 2000. - С.106-121]. Особливий інтерес при розгляді представлення даних представляє опис програмної частини інтерфейсу. Протокол MIDI являє собою набір повідомлень, які описують різні функції системи MIDI і за допомогою яких здійснюється зв'язок між пристроями MIDI. Повідомлення можна розглядати як засіб віддаленого керування. Даний стандарт дозволяє представити партитуру музичного твору як послідовність упорядкованих за часом подій, кожна з яких описує дію, яку повинен зробити виконавець для виконання потрібних від нього в даний момент часу операцій (зміна тональності, темпу відтворення, натискання або відпускання клавіші інструмента). Крім вказівки на потрібну дію, кожна подія містить опис дії (нові значення тональності і темпу для подій зміни тональності і темпу, номер каналу, номер клавіші інструмента, швидкість впливу на клавішу для подій натискання і відпускання клавіші). Надалі подібну послідовність для зручності будемо називати MIDI-еквівалентом музичного твору.

Найбільш близьким за технічною сутністю до способу, що заявляється, є спосіб регулювання ритму і темпу відтворення музичного акомпанементу, який реалізовано у портативному пристрої для виконання музичних творів [патент РФ №2100848, МПК6 G10H1/36, H04B1/20, країна пріоритету KR, опубл. 1997.12.27.].

Портативний пристрій для виконання музичних творів містить запам'ятовуюче середовище, яке містить дані, що являють собою музичний акомпанемент для великої кількості пісень, пристрій для пошуку даних музичного акомпанементу і генерації першого сигналу, який представляє музичний акомпанемент, мікрофон для генерації другого сигналу, який формується у відповідь на вхідний аудіосигнал, наприклад, голос співака, що виконує вокальну партію, процесор для міксування першого і другого сигналів для одержання третього сигналу і радіопередавач для передачі цього третього сигналу у вигляді радіочастотного сигналу, який приймається радіоприймачем. Процесор даного пристрою може регулювати висоту тону, ритм і темп, звук луни і гучність виконання. До складу запам'ятовуючого пристрою входить засіб керування, який містить матрицю перемикачів для введення ідентифікатора пісні і керування акустичними характеристиками вхідного звукового сигналу.

Матриця перемикачів містить цифрові клавіші від 0 до 9 для вибору номера бажаної пісні, клавішу керування ритмом і темпом, клавішу керування музичним інтервалом і клавішу для регулювання у більшу або меншу сторону ритму і тону до бажаного значення при відтворенні музики, клавішу скидання для відновлення системи у вихідний стан при порушеннях у роботі або помилковому виборі клавіші, клавішу продовження відтворення без вибору номера пісні музичного супроводу, який зберігається в масиві пам'яті, клавішу вибору одного з декількох постійних запам'ятовуваних пристроїв, клавішу для одержання луна-ефекту голосового сигналу з мікрофона, клавішу запуску або відтворення для відтворення обраного музичного супроводу, клавішу припинення для переривання відтворення музичного супроводу і клавішу включення живлення для підключення живлення від внутрішньої батареї до системи. Також для керування ритмом музичного супроводу пристрій містить контролер стереосигналу.

Реалізований даним пристроєм спосіб полягає в наступному. Лічені з одного із двох блоків ПЗП цифрові дані надходять на дві інтегральні схеми мелодії (IC мелодії) контролера стереосигналу через мультиплексор. IC мелодії формують стереосигнали ритму на основі вихідного сигналу генератора, подавані на відповідні цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП), у яких дані дискретизуються і перетворюються в аналогові сигнали. Аналогові вихідні сигнали передаються на підсилювачі, а посилені аналогові сигнали музичного акомпанементу подаються на РЧ-модулятор для перетворення їх у ЧМ радіосигнали, а потім на антену. Далі визначається, чи є звуковий сигнал на мовному вході від зовнішнього або внутрішнього мікрофона. Якщо користувач бажає відтворювати

музичний акомпанемент, лічений з пам'яті пристрою, то вхідний звуковий сигнал змішується із сигналом музичного акомпанементу.

Музичний тон акомпанементу регулюється до потрібного бажаного значення під час відтворення музики. Для цього використовуються відповідні перемикачі матриці перемикачів, що регулюються у бік збільшення або зменшення для вибору потрібного рівня.

Перемикач керування ритмом забезпечує можливість прискорювати або сповільнювати ритм за допомогою натискання відповідних клавіш стільки разів, скільки необхідно. Відповідно до описаних операцій регулювання тону і ритму музики мікропроцесор відображає числові значення регулювання на панелі відображення.

Таким чином, портативний пристрій для виконання музичних творів, реалізуючи спосіб керування параметрами музичного твору, може регулювати ритм і темп виконання.

Однак недоліком цього способу є недостатня точність синхронізації партії соліста й акомпанементу при зміні темпу відтворення партії соліста, оскільки перед зміною темпу відтворення акомпанементу необхідно оцінити його нове числове значення або оцінювати на слух, наскільки близько отримане значення темпу відтворення акомпанементу до темпу відтворення партії соліста (після декількох натискань на перемикачі темпу), і потім приймати рішення про припинення корекції або про її продовження. Ці операції необхідно виконувати в реальному масштабі часу, що неможливо зробити з досить високою точністю без попередньої домовленості між виконавцем і оператором. Крім того, виконавець не може сам впливати на зміну параметрів відтворення. Під час виконання твору це може робити тільки оператор. Це не дозволяє застосовувати даний спосіб для керування темпом відтворення акомпанементу без попередньої домовленості з оператором про зміну темпів відтворення, або коли виконавець змушений виступати без оператора і сам повинен керувати темпом відтворення акомпанементу.

В основу передбачуваного винаходу покладена задача створення способу автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, який володіє точністю відтворення за рахунок синхронізації партії соліста й акомпанементу.

Зазначений технічний результат досягається тим, що в способі автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, який включає формування бази даних музичних творів, які містять партію соліста й акомпанемент, вибір потрібного музичного твору, додатково одержують графічне відображення обраного музичного твору, перетворюють обраний музичний твір у MIDI-еквівалент, погоджений за часом із графічним відображенням, установлюють часовий критерій синхронізації між партією соліста й акомпанементом, виконують пошук точок синхронізації у MIDI-еквіваленті музичного твору між партією соліста й акомпанементом з урахуванням часового критерію синхронізації, виконують сегментацію MIDI-еквівалента музичного твору по знайдених точках синхронізації, причому останній сегмент MIDI-

еквівалента музичного твору класифікують як закінчення твору, а перший сегмент MIDI-еквівалента музичного твору при відсутності точки синхронізації в його початку класифікують як вступ, у сегментах MIDI-еквівалента музичного твору, що залишилися, визначають направляючі точки з урахуванням часового критерію синхронізації, при відтворенні музичного твору відтворюють послідовно, починаючи з першого, усі сегменти MIDI-еквівалента музичного твору, причому відтворення кожного наступного сегмента починають у момент досягнення в партії соліста точки синхронізації, відповідної початку сегмента MIDI-еквівалента музичного твору, і виконують корекцію темпу відтворення в точках синхронізації і направляючих точках, при цьому значення відкоректованого темпу відтворення в точці синхронізації для кожного наступного сегмента визначають як середнє арифметичне значень темпів відтворення партії соліста й акомпанементу на попередньому сегменті, а значення відкоректованого темпу відтворення в направляючій точці для поточної ділянки між направляючими точками визначають як середнє арифметичне значень темпів відтворення партії соліста й акомпанементу на попередній ділянці між направляючими точками. Крім того, як часовий критерій синхронізації між партією соліста й акомпанементом обирають події натискання клавіші в партії соліста або ритмічні частки музичного твору.

Таким чином, сукупність наведених відмітних ознак способу автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, що заявляється, дозволяє забезпечити точність відтворення за рахунок синхронізації партії соліста й акомпанементу, яка досягається шляхом виконання корекції темпу відтворення в точках синхронізації і направляючих точках.

Порівняльний аналіз способу автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, що заявляється, і способу-прототипу показує, що спосіб, який заявляється, відрізняється від прототипу додатковими виконуваними операціями. Це дозволяє зробити висновок про відповідність способу, що заявляється, критерію «новизна».

Сукупність відмітних ознак способу автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, що заявляється, в порівнянні з відомими технічними рішеннями аналогічного призначення дозволяє способу, що заявляється, виявляти наступні властивості:

- підвищити точність синхронізації партії соліста й акомпанементу;
- використовувати як керуючий сигнал голос соліста, що надає солісту незалежність від оператора;
- надавати солісту можливість виражати емоційні відтінки твору шляхом варіювання темпу відтворення під час виконання, що сприяє досягненню музичної виразності виконання твору.

Таким чином, сукупність відмітних ознак способу автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, що заявляється, сприяє досягненню зазначеного технічного результату при використанні технічного рішення, що заявляється,

- дозволяє забезпечити високу точність відтворення музичного твору. Також слід відзначити естетичні переваги, одержувані при використанні способу, що заявляється, - надання солісту можливості виражати емоційні відтінки твору шляхом варіювання темпу відтворення під час виконання сприяє досягненню музичної виразності твору.

При порівнянні способу автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, що заявляється, з іншими відомими технічними рішеннями аналогічного призначення не було виявлено технічних рішень з аналогічною або подібною сукупністю відмітних ознак, а також таких, які виявляють подібні властивості. Це дає можливість зробити висновок про відповідність способу, що заявляється, критерію «винахідницький рівень».

Спосіб автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, що заявляється, пояснюється наступними графічними матеріалами.

На Фіг.1 наведений графік залежності відносних відхилень відкоректованого значення темпу від потрібного темпу відтворення акомпанементу при виконанні корекції по точках синхронізації, який відбиває процес збіжності значення темпу, що коректується, до потрібного.

На Фіг.2 наведений графік залежності відносних відхилень відкоректованого значення темпу від потрібного темпу відтворення акомпанементу при виконанні корекції по направляючих точках, який відбиває процес збіжності значення темпу, що коректується до потрібного.

Величина відносного відхилення на даних графіках визначається наступним співвідношенням:

$$\Delta T_o = \frac{T_c - T_a}{T_c - T_{a_0}}$$

де T_a - відкоректований темп відтворення акомпанементу;

T_c - потрібний темп відтворення акомпанементу;

T_{a_0} - темп відтворення акомпанементу до початку корекції.

Особливості способу, що заявляється, полягають у наступному.

У базі даних музичні твори зберігаються в оцифрованій формі символно-графічного запису нотного тексту. При виборі конкретного твору з бази даних обраний твір перетворюється в MIDI-еквівалент, який містить послідовність подій натискання і відпускання клавіш, а також попередньо заданих змін темпу відтворення, синхронізованих за часом. Причому партія соліста й акомпанемент зберігаються окремо для полегшення подальших операцій.

Як часовий критерій синхронізації можуть виступати або події натискання клавіші в партії соліста, або ритмічні частки музичного твору. Відповідно до цих двох критеріїв розрізняються правила визначення точок синхронізації і направляючих точок. При виборі в якості часового критерію синхронізації події натискання клавіші в партії соліста, для визначення точок синхронізації в MIDI-еквіваленті музичного твору знаходять усі події натискання клавіші в партії соліста, кожній з яких

відповідає щонайменше одна подія натискання клавіші в акомпанементі, що відбувається одночасно з нею.

Якщо в якості часового критерію синхронізації обрані ритмічні частки музичного твору, для визначенні точок синхронізації в MIDI-еквіваленті музичного твору знаходять усі події натискання клавіші в партії соліста, що збігаються за часом з ритмічною часткою музичного твору, кожній з яких відповідає щонайменше одна подія натискання клавіші в акомпанементі, що відбувається одночасно з нею.

При виборі в якості часового критерію синхронізації події натискання клавіші в партії соліста для визначення направляючих точок у MIDI-еквіваленті музичного твору знаходять усі події натискання клавіші в партії соліста, кожній з яких не відповідає жодна подія натискання клавіші в акомпанементі, що відбувається одночасно з нею.

Якщо в якості часового критерію синхронізації обрані ритмічні частки музичного твору, для визначення направляючих точок у MIDI-еквіваленті музичного твору знаходять усі події натискання клавіші в партії соліста, що збігаються за часом з ритмічною часткою музичного твору, кожній з яких не відповідає жодна подія натискання клавіші в акомпанементі, що відбувається одночасно з нею.

Сегментація по знайдених точках синхронізації полягає в поділі MIDI-еквівалента музичного твору на сегменти, початок кожного з яких за часом збігається з однієї із точок синхронізації. При виконанні сегментації останній знайдений сегмент обов'язково класифікується як закінчення музичного твору. Перший сегмент, у випадку відсутності в його початку точки синхронізації, класифікується як вступ музичного твору. Під час відтворення вступу і закінчення немає необхідності здійснювати керування темпом відтворення, оскільки відтворення цих сегментів не зв'язано з партією соліста.

Під час відтворення решти сегментів акомпанементу фіксується досягнення в партії соліста точок синхронізації і направляючих точок, а також досягнення в акомпанементі направляючих точок. При реалізації даного способу як джерело даних про досягнення партією соліста точок синхронізації і направляючих точок можуть бути використані як програмні засоби (авторами розроблена підсистема розпізнавання переходів між нотами в партії соліста), так і апаратні засоби (комп'ютерна миша, MIDI-клавіатура). Корекція темпу відтворення музичного твору в точках синхронізації виконується наступним чином. Якщо при відтворенні акомпанементу наступна точка синхронізації досягнута раніше, ніж у партії соліста, то відтворення наступного сегмента затримується доти, поки в партії соліста не буде досягнута відповідна точка синхронізації. Якщо в партії соліста досягнута відповідна точка синхронізації раніше, ніж це відбулося при відтворенні акомпанементу, то відтворення сегмента акомпанементу, який звучить, припиняється. У будь-якому випадку, при досягненні в партії соліста наступної точки синхронізації значення темпу відтворення нового сегмента акомпанементу обчислюється за формулою:

$$\frac{T_a^C + T_c^C}{2} \quad (1)$$

де: T_a^C - темп відтворення акомпанементу на попередньому сегменті;

T_c^C - темп відтворення партії соліста на попередньому сегменті.

Після обчислення нового значення темпу відтворення акомпанементу виконується відтворення наступного сегмента у відкоректованому темпі. Таким чином, виконується корекція темпу відтворення музичного твору по точках синхронізації.

При виконанні такої корекції темпу відтворення по точках синхронізації наближення поточного темпу акомпанементу до потрібного описується наступним співвідношенням:

$$T^C = \frac{T_{c_i}^C}{2} + \frac{T_{c_{i-1}}^C}{4} + \frac{T_{c_{i-2}}^C}{8} + \frac{T_{c_{i-3}}^C}{16} + \dots + \frac{T_{c_i}^C}{2^i} + \frac{T_{a_{нач}}^C}{2^i}$$

де: T^C - відкоректоване значення темпу відтворення;

$T_{c_i}^C$ - значення темпу відтворення партії соліста на останньому сегменті;

$T_{c_{i-1}}^C, \dots, T_{c_i}^C$ - значення темпу відтворення партії соліста на попередніх сегментах;

$T_{a_{нач}}^C$ - вихідне значення темпу відтворення акомпанементу.

Процес збіжності значення темпу, що коректується, до потрібного зображений на Фіг.1. Як видно із цього графіка, достатня точність синхронізації досягається вже через 4-6 корекцій.

Треба врахувати, що в поточному сегменті крім корекції темпу відтворення по точках синхронізації проводиться корекція темпу відтворення по направляючих точках, що знаходяться в даному сегменті. Для виконання корекції по направляючих точках оцінюється час t_c , який було витрачено в партії соліста на проходження ділянки між попередньою направляючою точкою і поточною, і порівнюється з розрахунковим t_a для поточного темпу відтворення акомпанементу. Якщо $t_c > \frac{t_a}{2}$,

то факт проходження даної направляючої точки фіксується, і новий темп відтворення акомпанементу обчислюється за формулою:

$$\frac{T_a^H + T_c^H}{2} \quad (2)$$

де: T_a^H - темп відтворення акомпанементу на попередній ділянці між направляючими точками;

T_c^H - темп відтворення партії соліста на попередній ділянці між направляючими точками.

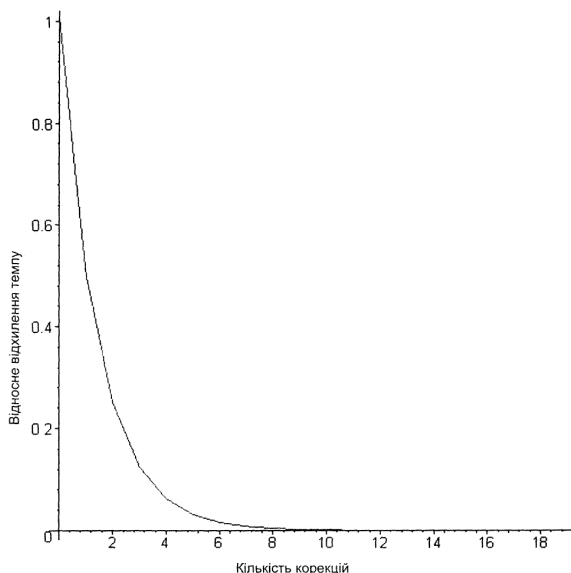
Таким чином, обробка даної ситуації приводить до прискорення відтворення акомпанементу.

Якщо ж $t_c \leq \frac{t_a}{2}$, то проходження даної направляючої точки не фіксується, новий темп відтворення акомпанементу обчислюється за формулою (2), і це приводить у даній ситуації до уповільнення. Процес збіжності одержуваного значення темпу до потрібного зображений на Фіг.2. Як видно із

цього графіка, достатня точність синхронізації досягається вже через 7-9 корекцій. Це дозволяє скоротити кількість корекцій по точках синхронізації, необхідну для досягнення достатньої точності синхронізації партії соліста й акомпанементу, і підвищити точність відтворення музичного твору.

На дату подачі заявки авторами розроблена підсистема «Електронний концертмейстер» ком-

п'ютерної системи введення і відтворення нотного тексту, у якій реалізовано спосіб автоматичного керування темпом відтворення музичного твору, що заявляється. Це дає підставу зробити висновок про відповідність способу, що заявляється, критерію «промислова застосовність».



Фіг. 1

