

Морин хуурын эгшиг дуурьсгалын шинжилгээ

Б.Гэрэлмаа¹, Ч.Лодойравсал¹, А.Даваазориг²

¹МУИС, Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан, Инженерчлэлийн сургууль
Электроник, Холбооны Инженерчлэлийн Тэнхим
gerelmaa@seas.num.edu.mn, lodoiravsal@seas.num.edu.mn

²Монгол Улсын Морин Хуурын Чуулга

Хураангуй — Морин хуур нь Монгол үндэсний хөгжмийн зэмсэг бөгөөд түүний эгшиг дуурьсгалын дүн шинжилгээ, судалгаа ховор байдаг. Тиймээс энэхүү өгүүлэгтээ морин хуурын эгшиг дуурьсгалын тимбрийг шинжилж чавхдаст хөгжмийн зэмсгүүдийн төлөөлөл хийл болон морин хийлтэй харьцуулахаас гадна ялгаатай хуур урлаачдын морин хууруудын дуурьсалыг судаллаа. Хөгжийн зэмсгүүдийг нэг төрлийн орчинд тоглуулсан бичлэгийг MATLAB програм хангамж ашиглан дүн шинжилгээ хийсэн. Морин хуур нь чавхдаст хөгжмийн зэмсгээс ялгаатай нь тоглогчийн ур чадвараас хамаардаг, зарим нот тоглоход дагалдах өнгө нь илүүтэй тодордог онцлогтой байна.

Keywords—морин хуур, тимбр анализ

I. УДИРТГАЛ

Монгол түмний бахархал болсон морин хуур хөгжим нь түүхэнд олон зуун жилийн турш хадгалагдаж ирсэн соёлын том өв юм. Түүхийн явцад хийц, дуурьсал, бүтцийн хувьд өөрийн ерөнхий онцлог нь хөгжиж өнөөг хүрчээ. Хөгжимчид морин хуурын эгшиг дуурьсалыг, олон жил хуурдсан хуурчаас шалтгаалан эгшиг дуурьсал өөрчлөгддөг гэдэгт санал нийлдэг хэдий ч эхнээсээ зөв эгшиг дуурьсалтай уламжлалаа хадгалсан дугаралттай байх шаардлагатай. Энэхүү судалгааны ажил урьд хийгдсэн ажлуудаас морин хуурын эгшиг дуурьсалыг тоон системээр хэмжихээс гадна ойр төстэй дугаралттай болох сонгодог хөгжмүүдийн эгшиг дуурьсалтай харьцуулан судалсан явдал нь уг ажлын шинэлэг тал нь болох юм. Сонгодог хөгжим болох хийл, морин хийл хөгжмүүд нь олон жилийн хөгжлийн түүхийн явцад өөрсдийн гэсэн стандарт дугаралтыг тогтоож чадсан бол морин хуур хөгжим нь тэдний хажууд дулимаг судлагдсан байдаг.

Морин хуурын царнаас гарч буй авиаг морин хуурын дуурьсал хэмээн нэрлэж байна. Дуурьсал гэдэг үг нь дугаралт гэдэг үгнээс гаралтай хөгжмийн нэр томъёо бөгөөд олон зүйлээс шалтгаалж харилцан адилгүй дугардаг [3]. Үүнд:

- Морин хуурын хийц
- Морин хуурын хэмжээ
- Модны бүтэц
- Хялгасны ширхэг (нарийн, бүдүүн)
- Морин хуурын хөглөгөө
- Даралтын хүч
- Нумны хуваарилалт

- Тембр
- Тоглоочийн хурууны өргөн нарийн, хүчтэй хүчгүй даралт зэрэг маш олон хүчин зүйлүүдээс шалтгаалж өөрчлөгддөг байна.

Энэхүү ажлаараа зөвхөн царнаас гарч буй авианы эгшиг дуурьсалыг фа мажорын өнгөнүүд дээр ялгаатай хуур урлаачдын морин хуурууд болон сонгодог хөгжмүүдийн эгшиг дуурьсгалын ялгааг харьцуулан судалсан болно.

Морин хуурын бусад чавхдаст хөгжмөөс ялгарах онцлогийг тодорхойлсноор морин хуурын эгшигийг гаргах компьютерын програм болон дуунаас морин хуурын аялгууг салган авах зэрэг ажлуудыг хийх боломжтой болох юм.

II. АРГА ЗҮЙ

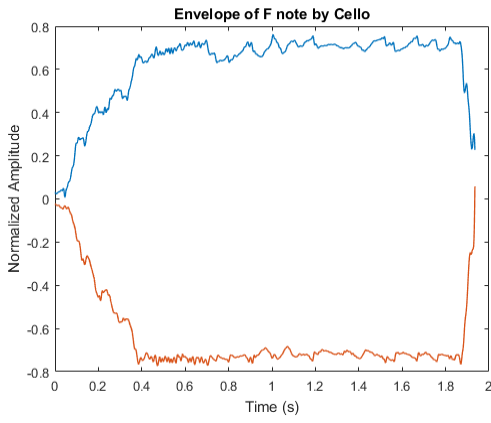
Энэ ажилд хуур урлаач Төвшинтөр, Байгалжав нарын морин хууруудын эгшиг дуурьсгалыг харьцуулан судалсан. Эдгээр морин хууруудыг нот бүрээр хооронд нь харьцуулсан ба сонгодог хөгжмийн зэмсгүүд болох хийл, морин хийлийн нотуудтай харьцуулсан. Хөгжмийн зэмсгүүдээр фа мажорын гамм 3 октав тоглуулан дуу хураагчид бичиж авсан. Нот тус бүрт тембр шинжилгээ хийж харьцуулав.

Дууны олон төрлийн аспектээс хөгжмийн нотны тембрийг тодорхойлож болно [1]. Тухайлбал:

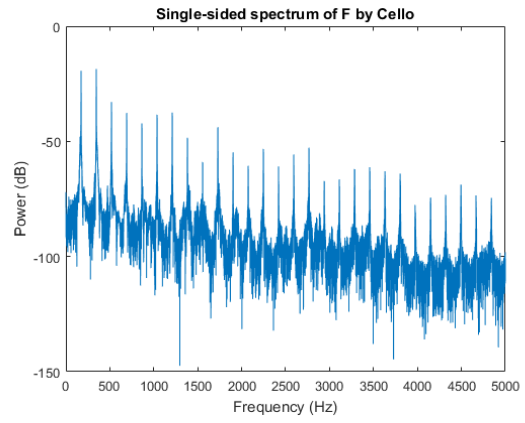
- Нотны агшин зуурын дохион хүрээ
- Нотны спектр
- Спектрийн чадлын түгэлт
- Нотны хэсгүүдийн далайц болон байрлал
- Нотны хэсгүүдийн инхармониситийн зөрүү

A. Нотны дохион хүрээ (Envelope)

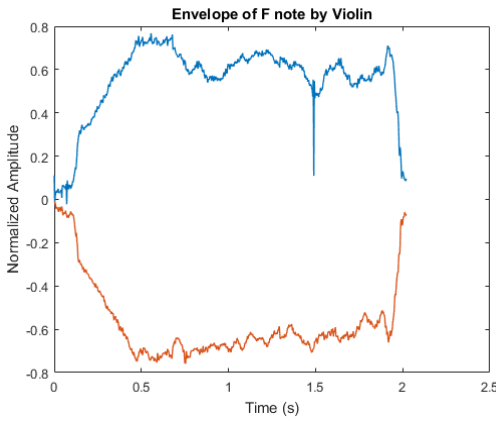
Энэхүү ажилд нот бүрийн агшин зуурын дохион хүрээг харьцуулан судалсан. Дохион хүрээг 3 үед хуваан үзэж болно. Тэдгээр нь өсөлт, тогтвортой үе, зогсолт. Зураг 1-д морин хуур, хийл, морин хийлийн фа мажорын гаммын эхний октавын фа нотны дохион хүрээнүүдийг жишээ болгон харуулав.



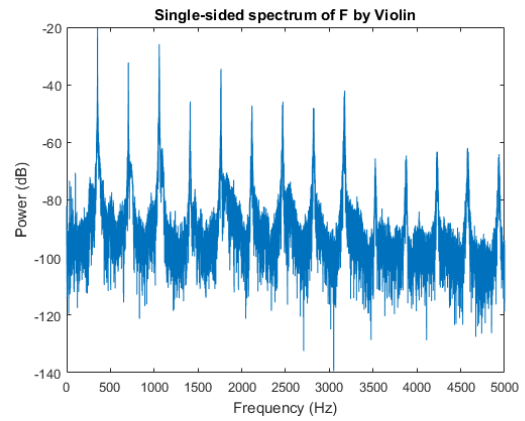
(a)



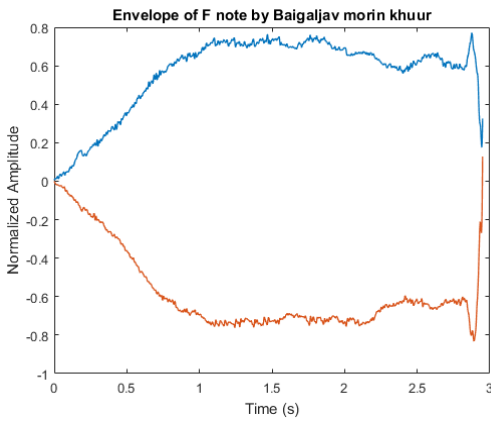
(a)



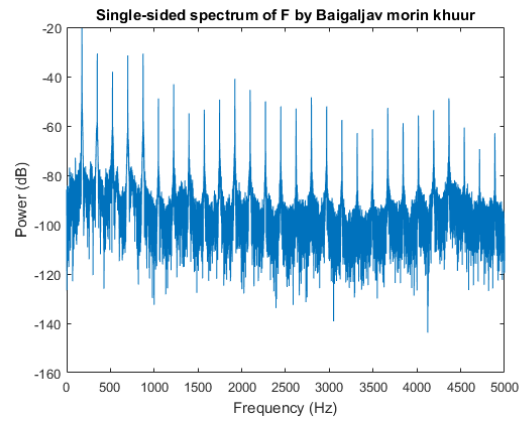
(b)



(b)



(c)



(c)

Зураг 1. Жавхдаст хөгжмийн зэмсгүүдийн “фа” нотны дохион хүрээ (a) Морин хийл (b) Хийл (c) Байгалжав урлаачийн урласан морин хуур

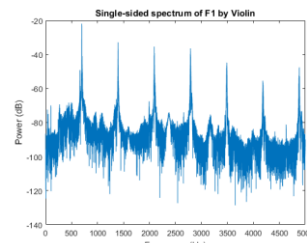
Зураг 2. Жавхдаст хөгжмийн зэмсгүүдийн “фа” нотны спектрийн энергийн түгэлт (a) Морин хийл (b) Хийл (c) Байгалжав урлаачийн урласан морин хуур

Зураг 4-өөс харахад харьцуулж буй жавхдаст хөгжмийн зэмсгүүдийн өсөлтийн үе нь алгуур, тогтвортой үе, бууралтын үе нь хурдан өөрчлөгдөж байна. Тогтвортой үе нь лугшилттай байгаа нь эдгээр хөгжмийн зэмсгүүд нь чичирхийллээр дуугаа үүсгэдэгтэй холбоотой.

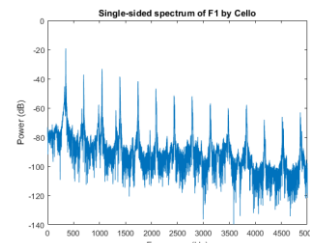
В. Спектрийн шинжүүд

Зарим хөгжмийн зэмсгүүд бага давтамж дээр энергийн төвлөрөлтэй байдаг бол зарим нь бага, дунд, өндөр давтамж дээр энерги нь жигд хуваарилагдсан байдаг. Зураг 2-г морин хуур, хийл, морин хийлийн фа мажорын гаммын эхний октавын фа нотны спектрийн энергийн түгэлтийг харуулав.

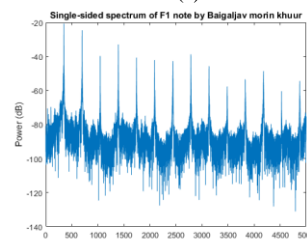
Зураг 2-аас харахад жавхдаст хөгжмүүдийн дууны хүч нь ойролцоо



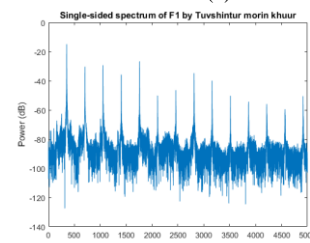
(a)



(b)



(c)



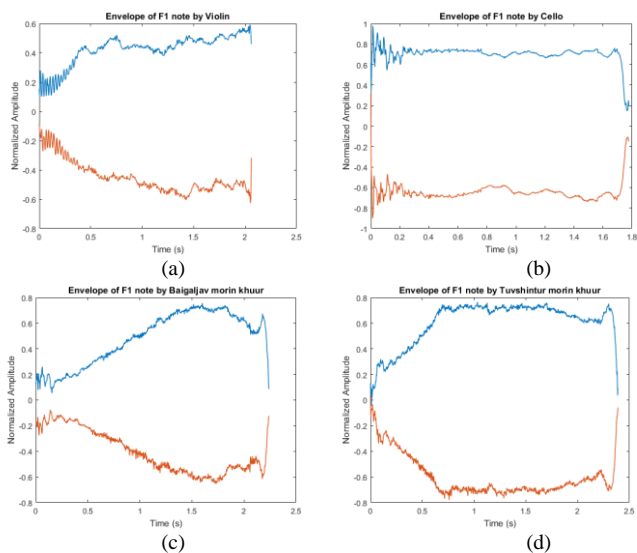
(d)

байна. Морин хийлийн хувьд морин хуурыг бодвол өндөр давтамж дээр энергийн түгэлт нь бага байна. Харин морин хуурын хийлээс ялгарах ялгаа нь олон давтамж дээр энергийн утгууд гарсан байна.

III. ҮР ДҮН

Энэхүү ажлаар 2 хийцийн морин хуур болон сонгодог 2 хөгжмөөр фа мажорын гамм 3 октав тоглуулан нот бүр дээр харьцуулалт хийлээ. Ингэснээр морин хуурын бусад чавхдаст хөгжмөөс ялгарах онцлогийг анхны байдлаар тодорхойлсон.

Зураг 3-т хөгжмийн зэмсгүүдийн нотны дохион хүрээг фа мажорын гаммын хоёрдугаар октавын фа нотуудыг харьцуулсаныг харуулав. Хийл хөгжмийн дохион хүрээнд өсөлтийн үе алгуур, тогтвортой үе нь хамгийн урт үргэлжилж, бууралтын үе нь огцом буурч байна. Харин морин хийл хөгжмийн хувьд өсөлтийн үе болон бууралтын үе нь огцом өөрчлөгдөж тогтвортой үе нь удаан үргэлжилж байна. Байгалжав урлаачийн урласан морин хуурын өсөлтийн үе нь маш алгуур, тогтвортой үе нь бага хугацаанд үргэлжилж байгаа бол бууралтын үе нь огцом өөрчлөгдөж байна. Түвшинтөр урлаачийн морин хуурын хувьд Байгалжав урлаачийн урласан морин хуураас өсөлтийн үе нь арай хурдан, тогтвортой үе нь арай удаан үргэлжилж байгаа бол бууралтын үе нь бусад хөгжмийн зэмсгүүдтэй ижил огцом өөрчлөгдөж байна.



Зураг 3. Жавхдаст хөгжмийн зэмсгүүдийн 2-р октавын фа нотны дохион хүрээнд харьцуулалт (a) Хийл (b) Морин хийл (c) Байгалжав урлаачийн урласан морин хуур (d) Төвшинтөр урлаачийн урласан морин хуур

Зураг 4-т хөгжмийн зэмсгүүдийн нотны спектрийн энергийн түгэлтийг фа мажорын гаммын хоёрдугаар октавын фа нотуудаар харьцуулсаныг харуулав.

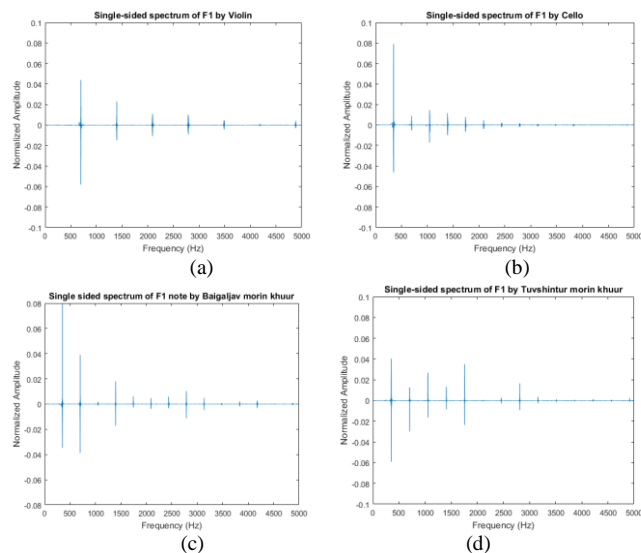
Спектрийн энергийн түгэлтийг харьцуулахдаа давтамжийг 0-5 кГц-ийн хязгаарт сонгон харсан. Учир нь энд харьцуулсан хөгжийн зэмгүүд болох морин хуурын авианы эгшиг дуурьсгал хамгийн доод өнгийн хэлбэлзэл 174 Гц, хамгийн өндөр нь 1396 Гц байдаг [2]. Харин хийл хөгжмийн хувьд хамгийн доод өнгийн хэлбэлзэл 196 Гц,

Зураг 4. Чавхдаст хөгжмүүдийн хоёрдугаар октавын Фа нотны дохион хүрээний харьцуулалт: (a) Хийл (b) Морин хийл (c) Байгалжав урлаачийн урласан морин хуур (d) Түвшинтөр урлаачийн урласан морин хуур

хамгийн өндөр нь 3520 Гц байдаг [4]. Морин хийл хөгжмийн хамгийн доод өнгийн хэлбэлзэл нь 60 Hz, хамгийн дээд өнгийн хэлбэлзэл нь 1kHz байдаг [4].

Зураг 4-өөс харахад хийл хөгжмийн энергийн түгэлт нь тодорхой цөөн тооны давтамж дээр бараг жигд тархсан байгаа бол морин хийлийн энергийн түгэлт нь олон давтамж дээр гарсан ба энергийн түгэлт нь нам давтамж дээр их гарч давтамж ихсэх тусам жигд буурсан харагдаж байна. Байгалжав болон Түвшинтөр урлаачийн урласан морин хууруудын хувьд энергийн түгэлт нь олон давтамж дээр бага зэргийн бууралттай гарсан байна.

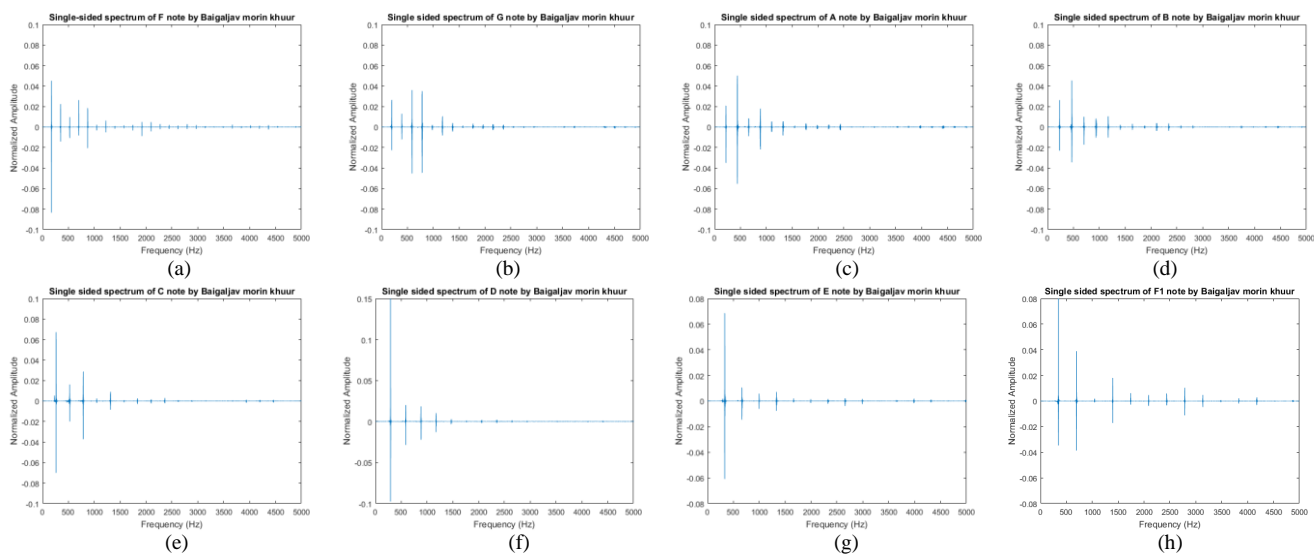
Зураг 5-д хийл, морин хийл, 2 урлаачийн морин хууруудын спектрийг харьцуулсныг харуулав. Зургаас харахад хийлийн спектр нь тодорхой цөөн давтамж дээр гарсан бол морин хийл болон морин хуурууд нь дагалдах олон давтамжуудтай байна. Энэ нь морин хуур нь олон хялгасаар, олон хялгасыг үрж тоглодогтой холбоотой.



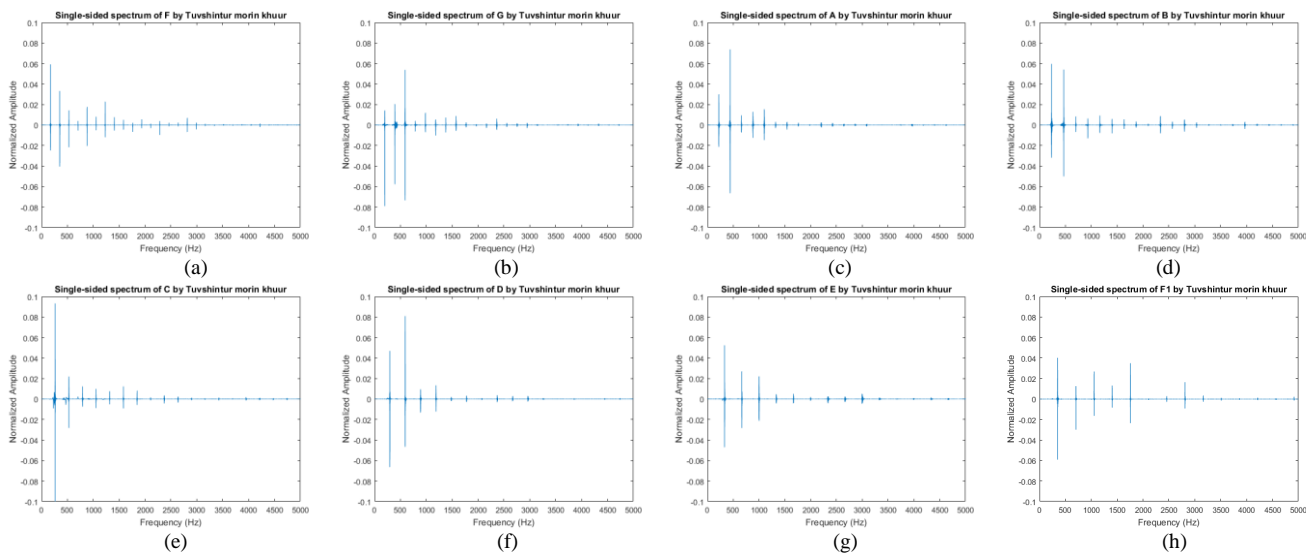
Зураг 5. Жавхдаст хөгжмүүдийн спектрийн харьцуулалт (a) Хийл (b) Морин хийл (c) Байгалжав урлаачийн урласан морин хуур (d) Төвшинтөр урлаачийн урласан морин хуур

Хоёр урлаачийн урласан морин хууруудыг спектрийнх нь хувьд харьцуулан үзсэн. Зураг 6-д Байгалжав урлаачийн урласан морин хуураар фа мажорын гамм 3 октав тоглуулсан үеийн эхний октавын 8 нотыг харуулав. Зураг 7-д Төвшинтөр

мажорын гамм 3 октав тоглуулсан үеийн эхний октавын 7 нотыг харуулав. Зураг 6 болон 7-оос ажиглахад 1-р октавын ля, си, соль нотуудын хувьд 2, 3-р дагалдах өнгө дуугарч байна.



Зураг 6. Байгалжав урлаачийн урласан морин хуурын фа мажорын гаммын эхний 8 нотны спектрийн харьцуулалт (a) Фа (b) Соль (c) Ля (d) Си (e) До (f) Рэ (g) Ми (h) Фа



Зураг 7. Төвшинтөр урлаачийн урласан морин хуурын фа мажорын гаммын эхний 8 нотны спектрийн харьцуулалт (a) Фа (b) Соль (c) Ля (d) Си (e) До (f) Рэ (g) Ми (h) Фа

урлаачийн урласан морин хуураар фа

ДҮГНЭЛТ БОЛОН ЦААШИД ХИЙХ АЖИЛ

Морин хуурын эгшиг дуурьсалын дохионы хүрээний хэлбэр нь морин хуурын өсөлтийн үе нь маш алгуур, тогтвортой үе нь бага хугацаанд үргэлжилж байгаа бол бууралтын үе нь огцом өөрчлөгдөж байна. Түүнчлэн энергийн түгэлт нь давтамж өсөхөд ялимгүй бууралттай бөгөөд бусад хөгжмийн зэмсэгтэй харьцуулахад харьцангуй тогтвортой. Харин зарим нотны өнгөний хувьд 2,3-р дагалдах өнгө илүү чанга дуугарч байгаа нь морин хуурын эгшиг дуурьсалын онцлог байх боломжтой ажиглагдаж байна.

Хөгжмийн зэмсгүүд, ялангуяа морин хуурын эгшиг дуурьсалыг дүгнэн шинжлэхэд хөгжимдөгчөөс ур чадвар, даралтын хүч зэргээс хамаарсан өөрчлөлт их ажиглагдаж байна. Жишээ нь морин хуурын хувьд сул дарагддаг (хүрэх төдий дуугардаг) флажелет өнгө хөгжимдсөн жишээнүүдэд ялгаа их байна. Тиймээс цаашид энэхүү судалгааг хийхэд хөгжмийг хүнээр биш роботоор тоглуулан дүн шинжилгээ хийвэл илүү бодитой үр дүнд хүрнэ гэж үзэж байна.

Цаашид энэхүү судалгаагаа цар хүрээ, аргачлалын нарийсган үргэлжлүүлэх болно.

ТАЛАРХАЛ

Морин хуур, хийл, морин хийл хөгжмийн зэмсгүүдийг өгсөн, тоглосон Монголын морин хуурын чуулгын хамт олондоо талархлаа илэрхийлье.

НОМ ЗҮЙ

- [1] J. M. Merino, “Complexity of pitch and timbre concepts,” *Physics Education*, б. 33, pp. 105-9, 1988.
- [2] Л. Эрдэнэчимэг, Морин хуурын арга билигийн арван хоёр эгшиглэн, Улаанбаатар, 2003.
- [3] . Даваазориг, Морин хуурын эгшиг дуурьсалыг компьютер техникээр тодорхойлох нь, Улаанбаатар, 2013.
- [4] “ObiAudio,” Obiaudio, 2016. Available: <http://obiaudio.com/eq-chart/>.