

APUNTES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE HUERTA HIPERMEDIAL

FABIÁN SGUIGLIA (UNQ)

Resumen

Huerta Hipermedial, de Fernando Daguanno, Nicolás Melmann y Fabián Sguiglia, es una instalación interactiva que articula una huerta hidropónica automatizada con una obra sonora que se construye en tiempo real a partir de los movimientos de un espectador, captados por dos cámaras de profundidad kinect. El sonido de esta obra fue compuesto a partir de la manipulación de grabaciones de campo realizadas en la Selva Amazónica, y reproducido a través de una reconstrucción binaural de un sistema ambisonics tridimensional de segundo orden. La presente comunicación presenta en detalle el desarrollo de los sistemas de sonido y sensores, y el diseño de los elementos sonoros. Huerta Hipermedial ha sido expuesta entre septiembre 2014 en el Centro Cultural Borges, ganando una selección en el premio de la tercera Bienal Internacional Kosice, y en noviembre del mismo año en el Centro Cultural San Martín, invitada por el ciclo internacional Noviembre Electrónico.

Palabras clave: paisaje sonoro, instalación interactiva, kinect, ambisonics

Abstract

Huerta Hipermedial, by Fernando Daguanno, Nicolás Melmann and Fabián Sguiglia, is an interactive installation that combines a modular hydroponic garden with a sound piece that reacts in real time to the audience's movements, captured by two kinect depth cameras. The sound of this installation was composed through the manipulation of Amazon Rainforest's field recordings, and was played using a binaural reconstruction of a second order three-dimensional ambisonics system. This paper presents in detail the development of the sensor and playback systems, as well as the processes involved in the sound design. Huerta Hipermedial was exhibited in September 2014 in Centro Cultural Borges, winning a selection in the Third Kosice International Biennale, and in November of the same year in Centro Cultural San Martín, invited by the international exhibition Noviembre Electrónico.

Key words: soundscape - interactive installation-kinect-ambisinic

Introducción.

Huerta Hipermedial (HH en adelante), de Fernando Daguanno, Nicolás Melmann y Fabián Sguiglia, es una instalación interactiva que articula una huerta hidropónica modular automatizada con una obra sonora que se construye en tiempo real a partir de los movimientos de un espectador. Esta instalación ha sido expuesta entre septiembre y diciembre de 2014 en los centros culturales Borges y San Martín de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y ha ganado una selección en el premio de la tercera Bienal Kosice, una de las convocatorias más importantes del país para obras que vinculan arte y tecnología.

La obra presenta un espacio transitable de 3m x 4m, rodeado por una estructura paramétrica de tableros de fibra de densidad media (MDF), en cuyo centro se encuentra una huerta hidropónica funcional (Figura 1). El espectador recibe, al atravesar una abertura en la estructura exterior, unos auriculares inalámbricos Senheisser RS120 que reproducen sonidos espacializados a través de la reconstrucción binaural de un sistema ambisonics de segundo orden en tres dimensiones. Una vez dentro del espacio transitable, el comportamiento de la obra sonora se ve afectado por la posición de la persona, el contacto con la huerta y las características de este contacto. Estas acciones fueron detectadas a través de dos cámaras de profundidad kinect controladas por un sketch escrito en el lenguaje de código abierto Processing¹ específicamente para esta obra.



Figura 1. Izquierda: Estructura exterior, etapa de montaje. Derecha: Detalle de la huerta.

Tanto el espacio como las acciones sensadas en HH tienen como centro una huerta hidropónica automatizada. En este tipo de huertas las plantas crecen suspendidas en una solución mineral, prescindiendo de cualquier tipo de suelo sólido. Esta característica las hace particularmente útiles a la hora de diseñar soluciones sustentables para el cultivo de alimentos en espacios reducidos o en condiciones adversas. Teniendo esto en cuenta, la idea rectora de la instalación fue intervenir este método de producción agrícola típicamente implementado en recintos cerrados con una serie de estímulos sensoriales que refieran a los que acompañan el trabajo en una huerta tradicional. De esta forma se buscó proponer una analogía entre la huerta hidropónica como reconstrucción artificial de un contexto natural y los procesos realizados para obtener sonoridades sintéticas operando sobre grabaciones de campo.

El objetivo de este artículo es presentar las técnicas y los procedimientos utilizados en el desarrollo de la obra sonora y los sistemas de reproducción y sensado de Huerta Hipermedial, de forma que estos puedan ser reproducidos o ampliados. Para ello se realizará una breve reseña de las tecnologías aplicadas y se describirá su articulación en la obra.

¹ <https://www.processing.org/>

Uso de grabaciones de campo

El sonido de HH está conformado por una serie de paisajes sonoros, contruidos a partir de distintos elementos que se alternan y dialogan respondiendo a los estímulos arrojados por los sensores. Estos elementos fueron obtenidos operando sobre grabaciones de campo realizadas por Nicolás Melmann en una reserva natural de la Selva Amazónica del Perú, de las cuales se extrajeron pequeños objetos sonoros que fueron modificados tanto con el fin de alejarlos de su timbre original como con el de darles variedad como conjunto y coherencia con la sonoridad general. Si bien este método se basa en la alteración de grabaciones de campo, no resultó en todos los casos en sonidos estrictamente emparentados con sonidos naturales. Por el contrario, la obra sonora intentó conservar, a pesar de estar basada en materiales relativamente sintéticos, algún grado de cualidad biológica. El diseño del sonido de HH no siguió un plan preestablecido sino que fue producto de sesiones de improvisación junto a Nicolás Melmann. Estas sesiones resultaron en 30 minutos aproximadamente de material crudo sin repeticiones, que luego fue distribuido en las diferentes capas de la obra. En este sentido, si bien resulta dificultoso realizar un análisis pormenorizado de los fragmentos sonoros de HH, pueden destacarse dos estrategias generales en el tratamiento de las grabaciones de campo:

1. Imitación

Para desarrollar algunos de los materiales de HH se tomaron las grabaciones de campo como modelos a imitar, generando variaciones en torno a algunos de sus características principales. En tanto la mayoría de los sonidos presentes en las grabaciones fueron producidos por insectos, gran parte de los elementos fue generada a través de sintetizadores granulares. Además de un granulador con salida ambisonics diseñado en Pure Data² para esta obra, se utilizaron los granuladores *Hourglass*³ y el objeto de Pure Data *my_grainer*~ de Pablo Di Liscia⁴.

2. Modificación

En otros casos, las grabaciones de campo fueron incluidas literalmente en la obra o modificadas a través del uso de *delays* y editores espectrales como *SPEAR*⁵ (Klingbeil, 2005) y *Fragmental*⁶. Estas herramientas fueron utilizadas para generar *drones* y operar sobre el espectro de las grabaciones para obtener sonidos con alturas definidas.

² <https://puredata.info/>

³ <https://xenakios.wordpress.com/category/hourglass/>

⁴ <https://puredata.info/Members/pdiliscia/grainer>

⁵ <http://www.klingbeil.com/spear/>

⁶ <http://www.niallmoody.com/ndcplugs/fragmental.htm>

Esquema de interacción

En el desarrollo del esquema de interacción se buscó evitar que la huerta se convirtiera en un instrumento que el espectador pudiera aprender a interpretar, privilegiando la construcción de un espacio que fuese percibido como un recorrido interactivo aunque relativamente impredecible. Para ello, se diseñaron dos capas de interacción, construidas de tal forma que, al repetirse un estímulo, la obra no necesariamente devolviese el mismo sonido.

1. Recorrido en torno a la huerta.

El primer material sonoro que se expone al ingresar al espacio transitable es un conjunto de seis paisajes sonoros que se reproducen consecutivamente a medida que el espectador gira en torno a la huerta. Es decir, la posición angular del espectador respecto de la huerta controla la intensidad de los paisajes sonoros de tal modo que estos tienen un pico de intensidad si el espectador está situado dentro de un arco de 60°. Si el espectador se desplaza fuera de este arco, los paisajes se atenúan hasta desaparecer. Estos fragmentos se reproducen uno tras otro, de forma que se requieren tres giros completos para retornar al paisaje inicial.

Cada uno de los paisajes situados en torno a la huerta fue construido a partir de la superposición de cuatro capas de sonidos pregrabados y relativamente cercanos a las grabaciones de campo originales. De estas capas, tres se reprodujeron en bucles de seis, cuatro y 2,5 minutos, respectivamente. La última se construyó en tiempo real a partir del encadenamiento de pequeños gestos -cuya duración ronda los dos segundos- elegidos al azar de entre aproximadamente 40 muestras equiprobables por paisaje. La superposición de estos fragmentos de distinta duración permitió dar variedad a cada escucha a partir de unos pocos elementos.

2. Contacto con la huerta.

El contacto de cualquier parte del cuerpo del espectador con la huerta resulta en la desaparición de los paisajes periféricos y en la reproducción de un pequeño fragmento sonoro sin relación con las grabaciones de campo. Este fragmento intermedio, de aproximadamente 8 segundos, funciona como un umbral entre los paisajes periféricos y un paisaje interno, y es elegido al azar de entre 24 muestras equiprobables. Si el contacto con la huerta cesa, el paisaje interno se detiene y se retoma la reproducción de los paisajes periféricos. El paisaje interno, por su parte, está compuesto por tres capas granulares generadas en tiempo real en función de dos características del contacto:

2.1 Altura del contacto con la huerta.

La distancia y el tamaño de los granos de las tres masas granulares dependen de la altura a la que se produce el contacto. De esta forma, si el espectador mueve su mano en sentido ascendente sin abandonar el contacto con la huerta, percibe una agitación creciente en el sonido. Superado un umbral ubicado a un 75% de altura de la huerta, se suma al paisaje interno una segunda masa granular grave que presenta alta intensidad y una gran densidad cromométrica..

2.2 Velocidad de movimiento de los puntos en contacto con la huerta.

Si el movimiento de los puntos en contacto supera cierto umbral, se reproducen pequeños fragmentos granulares de gran densidad cronométrica, elegidos al azar de entre 60 muestras equiprobables.

Sistema de sensores

Los movimientos al interior del espacio transitable de HH fueron detectados a través de kinect, una cámara de profundidad que permite medir la distancia de cualquier objeto dentro de su campo de visión. Teniendo en cuenta la escasa altura del techo de las salas donde se expuso la obra y que kinect presenta un campo de visión angular de 57° en la horizontal y 43° en la vertical, se decidió colocar dos sensores según se indica en la Figura 2. Esta disposición apuntó a obtener tanto la posición de los espectadores dentro de la estructura como datos detallados sobre sus movimientos cuando estuvieran en contacto con la huerta. Teniendo en cuenta estas características, se utilizaron las siguientes estrategias para analizar la información arrojada por los sensores:

1. Kinect A, posición en torno a la huerta.

Para medir la posición de los usuarios en torno a la huerta se utilizó la detección de usuarios de la librería SimpleOpenni de Processing, que identifica a las personas ubicadas frente al sensor y devuelve una ubicación puntual para cada una de ellas. A partir de la relación entre este dato y la ubicación de la huerta, se determinó la posición angular. Este dato se utilizó en el control de la intensidad de los seis paisajes periféricos, de tal forma que estos se sucedan a medida que el espectador describe giros en torno a la huerta.

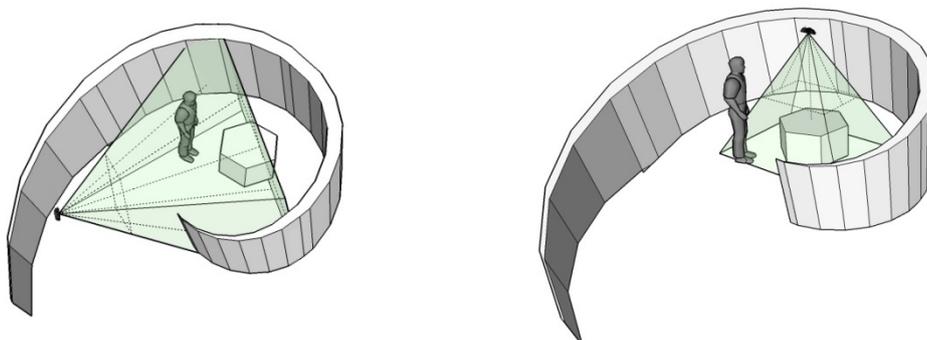


Figura 2. Izquierda: kinect A, sobre el suelo. Derecha: kinect B, 2m. de altura.

2. Kinect B, contacto con la huerta.

El contacto con la huerta, por su parte, se determinó partiendo de una sustracción de fondo entre la imagen de profundidad⁷ entregada por la kinect B y una imagen almacenada la última vez que la kinect A no detectó la presencia de un usuario. La información resultante se trató con un filtro de suavizado y un algoritmo de detección de blobs de OpenCV for Processing. Uno de los principales desafíos relacionados con el

⁷ Una representación en escala de grises de las distancias al sensor.

desarrollo del sistema de sensado de HH fue distinguir las manos de los usuarios de las plantas, debido a que la huerta estuvo en constante movimiento como consecuencia de las acciones de los espectadores. Para realizar esta tarea se evaluó -luego de realizar un filtrado por tamaño- si los blobs continuaban por fuera del área de la huerta. En tanto las hojas apenas sobresalían del cuerpo principal de la huerta, se consideró que había contacto si se detectaba un nuevo elemento sobre la huerta que continuaba al menos 40 cm fuera de ella.

Una vez identificados los píxeles relevantes, se calcularon las coordenadas en tres dimensiones de su centro de masa utilizando la siguiente ecuación, donde R son las coordenadas del centro de masa, n es la cantidad de píxeles analizados y r las coordenadas de cada píxel en el espacio.

$$R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i \quad (1)$$

Estas coordenadas se procesaron con el filtro pasa bajos de la librería Signal Filter de Processing (Casiez, 2012) con la intención de disminuir el *jitter* y se utilizaron para calcular la velocidad de los movimientos del espectador a partir de la ecuación 2, donde r son las coordenadas del centro de masa, SR es la frecuencia de muestreo del sensor, n es el número de samples y s el *sampling step*. Puede encontrarse un desarrollo de la aplicación de esta estrategia en Elgendí et al. (2012).

$$v = \frac{SR}{s(n-s)} \sum_{i=0}^{n-s} (r_{[i+s]} - r_{[i]}) \quad (2)$$

Sistema de reproducción

Los datos arrojados por el sistema de sensado se enviaron a través de un puerto virtual MIDI a Ableton Live⁸, donde fueron asignados al control de la aparición y la intensidad de los distintos fragmentos sonoros. La posición del espectador y la cantidad de giros que éste describió en torno a la huerta fueron utilizadas para controlar el balance entre los paisajes periféricos, que se reproducían en *loop* desde el momento de encendido del sistema. Las intensidades de estos paisajes se manipularon de tal forma que sugirieran distintas distancias a una fuente dependiendo de la posición del espectador. Teniendo en cuenta que este fue primer elemento reactivo al que se expuso a los espectadores, se decidió exagerar las variaciones de intensidad de tal modo que la respuesta del sistema fuera inmediatamente evidente. Para ello, se calcularon los valores de control MIDI a partir de una modificación de la ley inversa del cuadrado, como puede verse en la ecuación 3, donde i representa la intensidad en valores de control midi y α la posición angular del usuario. El sonido se atenuó gradualmente hasta hacerlo desaparecer cuando los valores de control resultantes estuvieran por debajo de 15.

$$i = 3 \square \frac{127}{\alpha^2} \quad (3)$$

⁸ <https://www.ableton.com/>

De esta forma, se obtuvieron una mayor separación entre los paisajes, curvas de intensidad más pronunciadas y una porción mayor del recorrido en la que los paisajes presentaban su intensidad máxima, como puede observarse en la Figura 3.

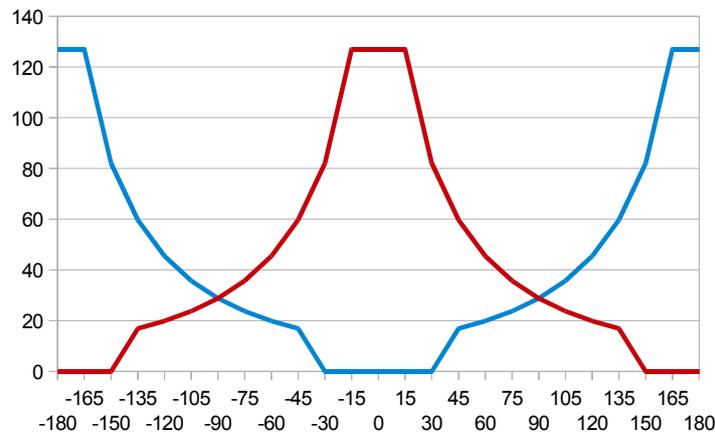


Figura 3. Intensidad de dos paisajes consecutivos (valores de control midi) en función del ángulo del espectador (grados).

Un primer contacto con la Huerta determinó la reproducción al azar de clips equiprobables, elegidos en el sketch de Processing. La posición de un contacto sostenido, por su parte, se aplicó al control en tiempo real de la densidad y la distancia de los granos en el VST Argotlunar de Michael Ourednik⁹. Para generar masas densas y variantes se utilizaron cuatro instancias en paralelo de este delay granular, que procesaron fragmentos pregrabados. Este proceso se complementó con la reproducción de una serie de clips cuando la mano del espectador se encontraba en la parte superior de la huerta. Finalmente, mientras los puntos de contacto se mantuvieran en movimiento y por sobre un cierto umbral de velocidad, el sistema reproducía secuencialmente fragmentos elegidos de entre 60 muestras equiprobables (Figura 4).

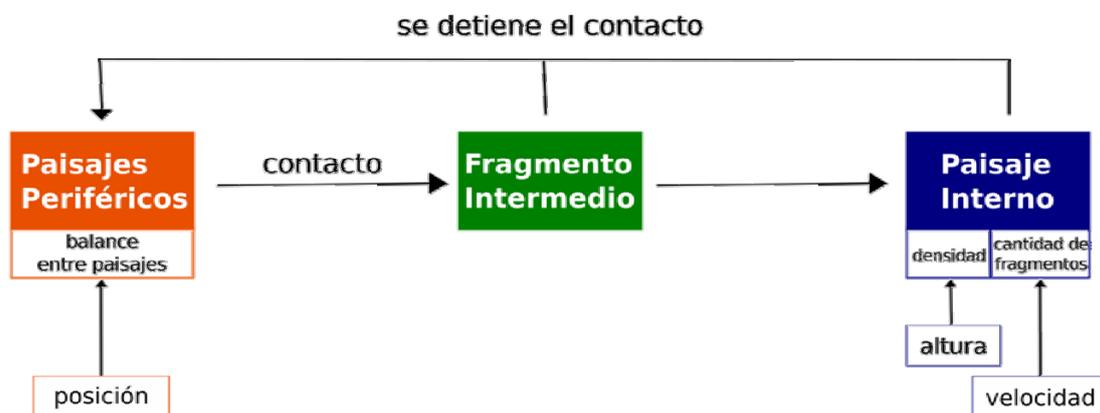


Figura 4. Esquema de interacción.

⁹ <http://mourednik.github.io/argotlunar/>

El sonido de HH se reprodujo a través de auriculares inalámbricos, con el objetivo de atenuar la contaminación sonora y reducir los costos del sistema de reproducción. Los auriculares disponibles en el mercado argentino que permiten este tipo de comunicación reciben transmisiones bluetooth, de radiofrecuencia, o señales infrarrojas. Considerando que los auriculares bluetooth presentan una latencia notable y que podría existir interferencia entre las emisiones infrarrojas de kinect y del sistema de reproducción, se utilizaron auriculares que transmitieran por radiofrecuencia, particularmente el modelo RS120 de Senheisser.

Espacialización sonora

En tanto HH se propuso como una experiencia inmersiva, que hacía referencia mediante un solo elemento a un espacio extenso, se consideró necesario espacializar el sonido en tres dimensiones. Con este objetivo, y una vez determinadas las condiciones de reproducción, se optó por la reconstrucción binaural de un sistema ambisonics bidimensional de segundo orden. Para ello se utilizó la suite de plugins *Ambix*¹⁰ de Mathias Kronlachner (Kronlachner, 2014) en el DAW Reaper¹¹. Ambisonics es una técnica de espacialización sonora basada en la reconstrucción de campos sonoros a partir de técnicas de grabación microfónica. Esta técnica, originalmente introducida por Michael Gerzon (Gerzon, 1973), codifica la información espacial del sonido en un conjunto de señales denominadas Formato B, cuyo número es independiente de la cantidad de altavoces utilizada para la reproducción. El número de canales del Formato B está determinado por el orden, que afecta el área en el que las condiciones de escucha son óptimas y la precisión de la localización angular de las fuentes. En este sentido, ambisonics es un formato jerárquico, en el que se necesitan al menos cuatro canales para una reproducción perifónica (para simular una fuente en cualquier punto de una esfera), pero tan solo tres son necesarios para una pantofónica (360° del plano horizontal). Una de las características centrales de esta técnica es que la codificación de la señal (o su grabación) se realiza de forma independiente de su decodificación (o reproducción). Si bien todos los sistemas multicanal pueden ser convertidos a una señal binaural, la naturaleza jerárquica de ambisonics permite realizar esta tarea de forma eficiente. Es decir, en tanto un sistema de conversión ambisonics de primer orden a binaural recibe tres señales de audio y devuelve dos, el proceso de decodificación puede ser contenido en un par de HRTFs para cada señal W, X e Y (Wiggins, 2004). Teniendo esto en cuenta, la construcción de un sistema ambisonics virtual permite superar las dificultades que supone una interpolación de alta calidad y con variaciones temporales entre distintas HRTFs. Por otra parte, y en tanto las características espaciales de un campo sonoro son susceptibles de ser manipuladas de forma sencilla en ambisonics, este sistema puede ser eventualmente complementado con un rastreo de cabeza (Noisternig et al. 2003). Finalmente, la técnica de espacialización elegida permite adaptar la obra a distintos sistemas de reproducción, incluyendo aquellos que involucren altavoces.

¹⁰ <http://www.matthiaskronlachner.com/?p=2015>

¹¹ <http://www.reaper.fm/>

Conclusiones

Con Huerta Hipermedial se buscó generar una obra que involucre a los espectadores, a través de la construcción de un espacio en el que los distintos recorridos y acciones se vean reflejados en el comportamiento de una obra sonora. Para ello, se diseñó un esquema de interacción en torno a dos acciones fundamentales -con sus respectivos gestos de modificación- y se desarrolló un sistema de sensores que permitiera identificarlas. La relación entre estas acciones y la obra sonora se planteó de tal forma que un mismo estímulo no resultara necesariamente en un mismo sonido. Esta característica tuvo como objetivo evitar que los espectadores pudieran ejercer un control absoluto sobre la instalación, imitando la impredecibilidad de un espacio natural e independiente. El sonido que resultó de las acciones realizadas dentro del espacio de HH se reprodujo mediante la reconstrucción binaural de un sistema ambisonics perifónico, a fin de generar una experiencia inmersiva.

BIBLIOGRAFÍA

- CASIEZ, G. et al. (2012). *I€ filter: a simple speed-based low-pass filter for noisy input in interactive systems*. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM.
- ELGENDI, F. et al. (2012) *Real-time speed detection of hand gesture using kinect*. CASA 2012, Singapore.
- KLINGBAIL, M. (2005) *Software for spectral analysis, editing, and synthesis*. Proceedings of the International Computer Music Conference.
- KRONLACHNER, M. (2014) *Plug-in Suite for Mastering the Production and Playback in Surround Sound and Ambisonics*. Gold-Awarded Contribution to AES Student Design Competition .
- GERZON, M. (1973) *Periphony: With-height sound reproduction*. Journal of the Audio Engineering Society (pp. 2-10).
- NOISTERNIG, M. et al.(2003) *A 3D ambisonic based binaural sound reproduction system*. 24th Audio Engineering Society Conference.
- WIGGINS, B. (2004) *An investigation into the real-time manipulation and control of three-dimensional sound fields*. PHD Dissertationn, University of Derby.

Fabián Sguiglia es Licenciado en Composición con Medios Electroacústicos de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). Actualmente se desempeña como becario de investigación y docencia del

Departamento de Ciencias Sociales de la UNQ (dir. Lic. Mariano Cura), dentro del programa Sistemas Temporales y Síntesis Espacial en el Arte Sonoro. Entre 2013 y 2014 Formó parte del proyecto Proyecto Síntesis Espacial de Sonido en la Música Electroacústica (dir. Dr. Pablo DiLiscia). Ha desarrollado numerosas intervenciones interactivas, entre las que destacan las instalaciones Huerta Hipermedial (2014) y La Solidez de la Niebla (2013).
