



Lev Bratishenko

## TELETRASPORTO SONORO

Ci sono due stanze in un edificio a Montreal che risuonano come qualsiasi stanza nel mondo.

Una è piccola, silenziosa e interamente rivestita con un tessuto fonoassorbente. All'interno vi si trova un emisfero di metallo coperto di altoparlanti, di dimensioni appena sufficienti

per un tavolo da pranzo. L'altra stanza è grande, nera e di cemento, ed è utilizzata per prove e registrazioni. Dozzine di altoparlanti sferici pendono da un telaio d'acciaio a qualche metro d'altezza, come sentinelle dormienti appena uscite da *Matrix*.

Quando gli altoparlanti e i computer che li controllano sono in funzione, queste stanze sono i laboratori del gruppo di ricerca CIRMMT<sup>1</sup> (progettate dagli architetti canadesi Saucier + Perrotte e costruite nel 2005). Per il resto del tempo, non sono altro che stanze.

Se ti trovi all'interno dell'emisfero e scarti una caramella, il suono prodotto viene catturato dai microfoni e inviato a una serie di computer, che dopo averlo manipolato lo riproducono tramite gli altoparlanti della stanza. Suona strano, come se la stanza non fosse più la stessa, trasformata digitalmente. Le pareti non saranno fatte di legno invece che di tessuto? Ciò che stai sentendo, di fatto, è il suono prodotto in una stanza della casa di Joseph Haydn in Joseph-Haydn-Gasse 19/21, nella città di Eisenstadt, in Austria.

Questa matematica della manipolazione viene detta "convoluzione", qualcosa di simile a uno stampo d'acciaio che imprime fogli di plastica: lo stampo è un modello matematico registrato della stanza di Haydn, una sorta di eco, e il foglio di plastica è il nuovo suono prodotto.

Un complesso modello algebrico produce sul tuo oggetto sonoro l'impressione equivalente all'effetto della stanza di Haydn. E così ora puoi suonare il

pianoforte o lavare i piatti in qualche luogo dell'Austria. Solo recentemente è divenuto possibile provare una simile esperienza in tempo reale. Da tempo gli ingegneri del suono sono in grado di misurare gli spazi, sviluppare modelli acustici e applicarli allo scopo di produrre stanze virtuali. Ma compiere l'intera operazione tra il momento in cui si produce il suono e quello in cui la risposta della stanza dovrebbe raggiungere il tuo orecchio significa effettuare calcoli e coordinare microfoni e altoparlanti nel giro di pochi millisecondi. Questo ritardo viene definito "latenza", e il sistema McGill è riuscito a ridurlo a circa 10 millisecondi.

Questo sistema è stato costruito per il "Virtual Haydn Project", un esperimento cominciato nel 2003. Inizialmente, il pianista Tom Beghin desiderava registrare l'opera completa di Haydn per strumenti a tastiera, utilizzando repliche esatte degli strumenti con cui i diversi pezzi erano stati composti e suonati per la prima volta. La metà del XVIII secolo fu un'epoca di notevole sviluppo tecnologico, pertanto fu necessario ricostruire ben sette strumenti risalenti al periodo tra il 1760 e il 1798<sup>2</sup>.

Fu l'ingegnere del suono Wieslaw Woszczyk a suggerire di costruire anche un sistema in grado di generare le corrispettive stanze virtuali. Poiché trasportare sette strumenti e organizzare l'accesso a numerosi edifici storici sarebbe stato praticamente impossibile, Woszczyk, accompagnato da un team di studenti, si recò in nove luoghi (in Austria, Ungheria, Canada e Inghilterra<sup>3</sup>) selezionati sulla base di una ricerca musicologica.

Utilizzarono un set di microfoni e altoparlanti per misurare le risposte delle stanze a ogni minima variazione sonora; al loro ritorno a Montreal, questi dati costituirono le stanze virtuali. In seguito il gruppo di ricerca adeguò i modelli in accordo alla loro

### Note

**1** Il CIRMMT (Centre for Interdisciplinary Research in Music Media and Technology) è un centro di ricerca musicale inter-universitario presso la Schulich School of Music della McGill University.

**2** Un clavicordo sassone, un clavicembalo Johann Leydecker, un clavicembalo francese, un pianoforte quadrato Ignaz Kober, due fortepiani Anton Walter e un pianoforte Longman, Clementi & Co. Tutti questi strumenti furono prodotti da maestri in Europa e Nord America, e in certi casi si rese necessario effettuare radiografie degli strumenti originali per comprendere nel dettaglio come fossero costruiti.

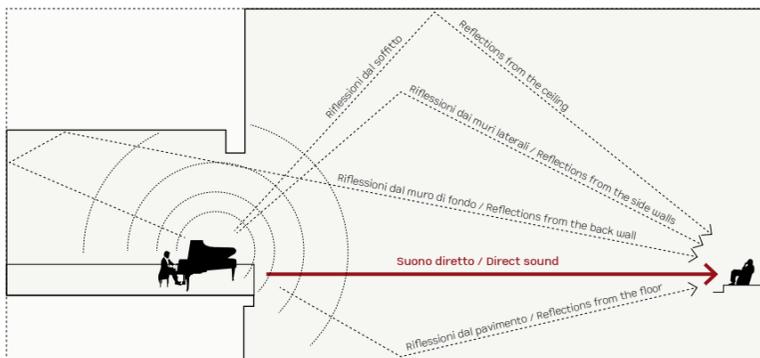
**3** I luoghi scelti sono: lo studio di Haydn e un'altra stanza della sua casa ad Eisenstadt; la Spiegelsaal di palazzo Esterházy a Eisenstadt; la Stanza della musica e la Sala delle cerimonie presso Eszterháza a Fertőd, in Ungheria; la Prunkraum presso Albertina a Vienna; la Salle de Nantes presso lo Château Ramezay a Montreal, in Canada; la Festsaal di Palais Lobkowitz a Vienna; la Holywell Music Room a Oxford, in Inghilterra.

**4** L'Orchestra sinfonica di Montreal, ad esempio, utilizza questa sala per registrare, data la piacevolezza della sua acustica.

La grande sala di prova e registrazione all'interno della Schulich School of Music della McGill University, progettata dagli architetti canadesi Saucier + Perrotte.

The large rehearsal and recording room in the Schulich School of Music of McGill University, designed by the Canadian architects Saucier + Perrotte.

→



Schema che illustra il suono che normalmente uno spettatore ode in una sala da concerti, con le diverse riflessioni del suono causate dagli elementi presenti nell'ambiente, e al contrario il suono diretto, cioè il suono che percorre la minima distanza possibile tra sorgente e ricevitore senza aver subito alcun fenomeno di riflessione con le pareti.

Diagram illustrating the sound that a member of the audience normally hears in a concert hall, with the different reflections of the sound caused by elements present in the surroundings, and on the contrary the direct sound, i.e. the sound that travels the shortest possible distance between source and listener without having been reflected in any way by the walls.

foto di / photos by  
WIESLAW WOSZCZYK



L'“Immersive Presence Lab” con la struttura emisferica dove è stato realizzato il progetto “The Virtual Haydn”, che consiste nella registrazione separata delle qualità sonore di nove ambienti storici, e nella registrazione di sonate di Haydn con sette strumenti originali (o ricostruiti, come il clavicembalo settecentesco francese realizzato da Yves Beaupré nel 2007). La ricostruzione virtuale sonora dei nove spazi è eventualmente sovrapponibile alla registrazione delle sonate, creando 63 diverse combinazioni tra spazi e strumenti.

The “Immersive Presence Lab” with the hemisphere structure where “The Virtual Haydn” project has been realized. It consists in the separate recording of the sound quality of nine historical settings, and in the recording of Haydn sonatas with seven original instruments (or reconstructed ones, like the harpsichord in the 18th-century French style built by Yves Beaupré in 2007). The virtual sound reconstruction of the nine spaces can be superimposed on the recording of the sonatas, creating 63 different combinations of spaces and instruments.

“credibilità”, in base alle risposte del pianista e di un campione di ascoltatori. In tutto, i lavori di campionatura dei suoni e costruzione delle stanze durarono tre anni. Quando i modelli furono pronti, Beghin cominciò a farne uso all'interno della struttura emisferica, apprendendo ad adeguare la sua performance alle specifiche qualità di ogni spazio. Una volta concluso questo progetto, la ricerca si trasferì nella stanza di dimensioni maggiori, che aveva la difficoltà di possedere già una sua acustica<sup>4</sup>. Qui, dal soffitto pende un telaio rettangolare cui sono collegate 16 unità costituite da una sfera composta da 12 altoparlanti, regolati in maniera tale da produrre una sfera virtuale di sonorità, che sembra provenire da spazi esterni alle pareti della stanza. In termini di autenticità, il sistema scende inevitabilmente ai compromessi propri della ricostruzione storica. Di fatto, si tratta di una versione superiore di una tecnologia già esistente, ma con un cambiamento importante; forse la parte più affascinante della vicenda sta più nel processo di misurazione e campionatura che in quello di riproduzione. Altri sistemi acustici puramente virtuali esistono già da tempo, ad esempio il lavoro del ricercatore Angelo Farina dell'Università di Parma sulla ricostruzione acustica di teatri antichi come il Teatro degli Intrepidi di Ferrara. Arup offre un servizio chiamato “Soundlab”, in cui i clienti possono sedersi e ascoltare il suono di edifici che non esistono, allo scopo di prendere decisioni di natura spaziale, o relative alla scelta di materiali. Anche se questi sistemi utilizzano dati ricavati con esperimenti condotti in spazi reali, la specificità degli spazi riprodotti è discutibile. Nella stanza di McGill non sentirete una generica stanza da pianoforte del XVIII secolo, ma proprio lo studio di Haydn nella sua casa ad Eisenstadt, com'era in una settimana precisa, incluso il tempo atmosferico. La propagazione del suono è influenzata da numerosi fattori ambientali: la presenza di materiali assorbenti o riflettenti come tappezzerie, specchi, mobili, persone, oltre a vento, pressione, temperatura, umidità e persino la polvere. Un modello acustico virtuale dipende quindi dalla registrazione ossessivamente dettagliata di fattori che sono spesso troppo precisi per essere notati dall'essere umano. Esistono interessanti ricerche sugli effetti dei suoni che non siamo in grado di udire (come gli infrasuoni, la cui frequenza è troppo bassa per le nostre orecchie ma sono comunque percepiti in altri modi, risuonando a livello del ritmo alfa del cervello) o altri studi sulle potenzialità degli ultrasuoni, ad esempio nell'influenzare il nostro comportamento. Il progetto McGill non è stato concepito per sperimentare con questi suoni, ma il suo lavoro suggerisce che sia possibile ricreare tutti i tipi di ambiente acustico, compresi quelli che non è possibile udire.

Alla fine degli anni '60 si era arrivati a temere il possibile uso di armi sonore, e su un giornale australiano uscì un celebre articolo, in cui si affermava che il rumore prodotto all'interno delle macchine con i finestrini aperti provocherebbe un senso di perdita d'orientamento simile a quello dato dall'ubriacatura. I suoni di neonati piangenti e di trapani da dentista furono utilizzati come armi in occasione dell'assedio al complesso di Waco in Texas nel 1993, anche se non sappiamo con quali risultati. Sono inoltre possibili effetti a lungo termine, come dimostrato in una recente ricerca: i bambini cresciuti in case “rumorose” hanno una frequenza di battito cardiaco superiore a quelli provenienti da case “silenziose”, oltre che livelli superiori di stress. Non ci sorprende il fatto che Woszczyk sarebbe interessato alla diffusione di questa tecnologia negli spazi domestici. “Come sarebbe poter cenare in una cattedrale nel tuo minuscolo appartamento a Tokyo?”, si chiede. Ci sarebbero anche i potenziali usi della manipolazione acustica per stanze per la vendita, incontri d'affari, o interrogatori di polizia. Potresti chiederne la precisa misurazione e avere ad esempio un furioso litigio nel bagno del Savoy a Londra, se è uno spazio che ti piace. Questi modelli potrebbero essere scaricabili come tracce individuali su iTunes, per pochi dollari l'uno, e ogni mattina potresti ascoltarti preparare lo stesso caffè in una stanza diversa.

## ACOUSTIC TELEPORTATION

There are two rooms in a building in Montreal that can sound like almost any room in the world. One is small, quiet, and paneled in fabric that absorbs sound; it contains a metal hemisphere covered in speakers that's just big enough for a dinner table. The other room is large, black, and concrete; it is used for rehearsals and recordings, and in it, dozens of speaker balls hang from a steel frame a few meters above your head, like sleeping sentinels from *The Matrix*. When these speakers and the computers that control them are working, these rooms are the laboratories of the CIRMMT<sup>1</sup> research group at the Schulich School of Music of McGill University, designed by the Canadian architects Saucier + Perrotte and built in 2005. The rest of the time they are just rooms. When you stand inside the hemisphere and open a crinkly candy, it is captured by microphones and sent to a computer cluster, where it is manipulated and played back through the room's speakers. It sounds strange, as if the room has morphed. Is it really made of fabric and not wood? What you hear is a room in Joseph Haydn's house at Joseph-Haydn-Gasse 19 & 21, A-7000 Eisenstadt, Austria. The mathematics of this manipulation is called “convolution”, like a steel mould pressing plastic sheets; the mould is a stored mathematical model of Haydn's room, like its echo, and the sheet is the

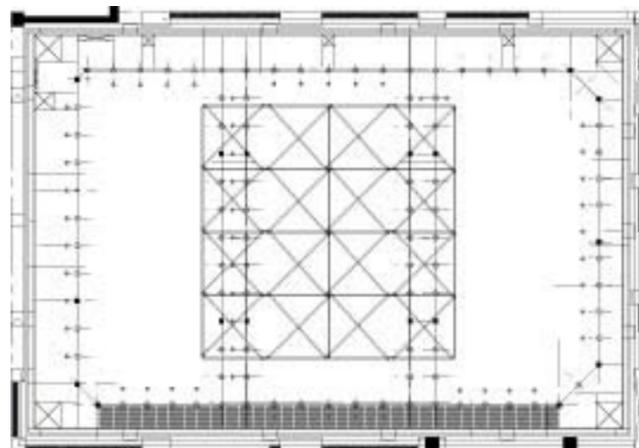


La Festsaal di Palais Lobkowitz a Vienna, la Prunkraum presso Albertina a Vienna e la Sala delle cerimonie presso Eszterháza a Fertőd, in Ungheria sono alcune delle nove sale del progetto “Virtual Haydn”, dove il “rumore” della stanza è stato registrato con microfoni multidirezionali per creare una stanza virtuale con le stesse qualità sonore.

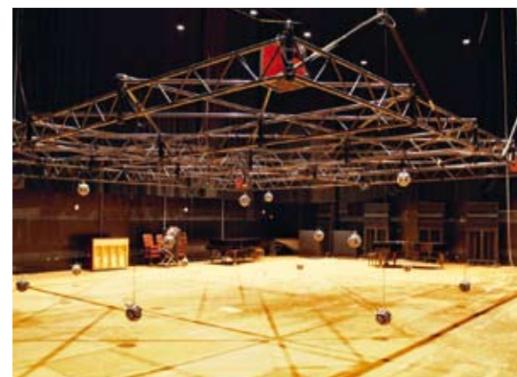
The Festsaal of Palais Lobkowitz in Vienna, the Prunkraum at the Albertina, also in Vienna and the Ceremonial Hall at Eszterháza in Fertőd, Hungary are some of the nine rooms of the “Virtual Haydn” project, in which the “sound” of each room has been recorded with multidirectional microphones to create a virtual space with the same acoustics.



SEZIONE LONGITUDINALE (DETTAGLIO SULLA SALA) / LONGITUDINAL SECTION (DETAIL OF THE ROOM)



PIANTA DELLA SALA CON LA STRUTTURA METALLICA / ROOM PLAN SHOWING THE METAL STRUCTURE



La sala di prova e registrazione, con la struttura metallica regolabile in altezza, cui sono appesi 16 microfoni sferici, ciascuno composto da 12 altoparlanti, regolati in modo da produrre una sfera virtuale di sonorità e ridurre al minimo la "latenza" (ritardo tra la produzione del suono, la risposta della stanza e il momento in cui il suono giunge allo spettatore).

The large rehearsal and recording room, with the metal structure of adjustable height from which hang 16 spherical units, each made up of 12 loudspeakers, arranged in such a way as to produce a virtual sphere of sound and reduce to the minimum the "latency" (the delay between the production of the sound, the response of the room and the moment in which the sound reaches the listener).

new sound. Complicated algebra produces the impression, which is the operation of Haydn's room on your sound. And now you are playing the piano or washing dishes in Austria. This crazy power only recently became possible to experience live. For some time, acoustics engineers have been able to measure spaces, develop models for their acoustics and apply these to sounds to produce virtual rooms. But fitting it between the moment the sound is produced and when the response of the room should reach your ears means doing the maths and coordinating microphones and speakers in terms of milliseconds. The delay is called "latency", and the McGill system managed to get theirs down to about 10 milliseconds. Their system was built for the "Virtual Haydn Project", a performance and recording experiment that began in 2003. At first, pianist Tom Beghin only wanted to record Haydn's complete keyboard works on replicas of the instruments they would have been composed and premiered on. The mid-18th century was a time of intense technical development, so seven instruments had to be built, representing a range used between 1760 and 1798<sup>2</sup>. It was recording engineer Wieslaw Woszczyk who suggested constructing the matching virtual rooms. Since moving seven instruments and organizing access to historic buildings would be effectively impossible, Woszczyk and a team of graduate students travelled to nine locations in Austria, Hungary, Canada, and England selected through musical research<sup>3</sup>. They used an array of microphones and loudspeakers to measure the rooms' responses to narrow ranges of sound, and on returning to Montreal, this data was used to build the first virtualized rooms. Then the team adjusted the models for "believability" based on responses from the pianist and test group of ears. In all, measuring and constructing the rooms took some three years. When the models were ready, Beghin practiced with them in the hemisphere structure, learning to adjust his performance to the specific dynamics of each space before recording the album. Since the project ended, the research has moved to the larger room that has the added difficulty of already having its own acoustics<sup>4</sup>. In the large room, a rectangular frame hangs from the ceiling and 16 units hang from it. Each one is a ball covered in 12 speakers, which are tuned to produce a virtual sphere of sound so noises seem to come from spaces beyond the real walls. In terms of the authenticity of the system, it inevitably makes the typical compromises of historical recreation. It is a higher quality version of technology that already existed, but with a twist; perhaps the fascinating part of the story is actually the measurement rather than the reproduction process. There have been purely virtual acoustic

systems for some time, like the work of researchers like Angelo Farina at the University of Parma on the acoustic reconstruction of ancient theatres, such as the Teatro degli Intrepidi in Ferrara. And Arup offers a service called "Soundlab", where clients sit and listen to buildings that do not exist in order to make spatial decisions or choose materials. Though these systems use data from experiments conducted in real spaces, the specificity of those spaces is questionable compared to the principles they revealed. You do not hear a generalized 18th-century music room in the basement of McGill, only Haydn's study in his house in Eisenstadt as it was on a specific week. This includes the weather. Sound propagation is sensitive to many conditions; the presence of absorptive and reflective materials like tapestries and mirrors, obstacles and furniture, people, pressure, wind, temperature, humidity, and even dust. So a virtual acoustic model based on measurement is an obsessively detailed recording of conditions that are too precise for a human to notice with their ears or any other senses. There is interesting research on the effects of sounds that we do not hear, like infrasound that's too low for the ears but sensed in other ways, or not felt at all but resonating at the alpha-rhythm frequency of the brain; and there is lots of strange reading to be enjoyed on the potential for infrasound, for example, to affect behavior. The McGill project wasn't designed to experiment with such sounds, but its work suggests that all kinds of acoustic environments are possible, including those designed not to be heard. In the late 1960s there was some anxiety around about possible sonic weapons, and even a famous Australian newspaper article claimed the sound produced by the wind in open car windows induces disorientation similar to drunkenness. Sounds of babies crying and dentist drills were actually used as weapons in the siege of the Waco compound in Texas in 1993, though we don't know to what effect. And long-term affects are also possible, as a more recent medical study showed that children from "noisy" houses had heartbeats faster than those in "quiet" houses, as well as higher signs of stress. It should not be surprising that Woszczyk is interested in the diffusion of this technology into domestic spaces. "What if you could have dinner in a cathedral from your tiny Tokyo apartment?" He asks. There is also potential for acoustic manipulation of rooms for sales, business meetings, or police interrogations. You could commission its measurement and have a screaming fight in the bathroom of the Savoy in London whenever you want, if you had a really great time there once. These models could be downloaded like individual tracks on iTunes, for a few dollars each, and each morning you could listen to yourself make the same coffee in a different room.

Notes

1 CIRMMT – Centre for Interdisciplinary Research in Music Media and Technology, an inter-university, inter-departmental research centre.

2 A clavichord in Saxon style, harpsichord Johann Leydecker, harpsichord in French Style, tafelklavier Ignaz Kober, fortepiano Anton Walter with stoss-action, fortepiano Anton Walter with prell-action, and a piano Longman, Clementi & Co. These were produced by master builders in Europe and North America, and even involved x-raying historical instruments to figure out how they were constructed.

3 The nine locations are: Haydn's study and another room in his house in Eisenstadt, Austria; Spiegelsaal in the Esterházy Palace, Eisenstadt, Austria; Music Room and Ceremonial Room at the Eszterháza, Fertőd, Hungary; Prunkraum, Albertina, Vienna, Austria; Salle de Nantes, Château Ramezay, Montreal, Canada; Festsaal, Palais Lobkowitz, Vienna, Austria; and Holywell Music Room, Oxford, England.

4 The Montreal Symphony Orchestra uses the room to record because it has a pleasant sound.