

номер, технічні характеристики). Помімо цього, в обов'язковому порядку слід приводити результати розрахунку хеша, характеристики носителя інформації (компакт-диска), на який було вироблено копіювання, в тому числі його серійний номер, а також свідчення про програму, використану для запису диска, і режим запису.

Соблюдение этих рекомендаций позволит повысить эффективность использования результатов ОРМ при доказывании. При этом их реализация не требует каких-либо финансовых вложений, а выполнить необходимые действия может и человек, не обладающий высокой квалификацией в обращении с техническими средствами.

ВЕРИФІКАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НЕГЛАСНОГО ВІДЕОЗВУКОЗАПІСУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ДОСТОВІРНОСТІ ЯК ДОКАЗУ В КРИМІНАЛЬНІЙ СПРАВІ

О. І. Галяшина, Г. П. Шамасєв

Вивчено проблему належного оформлення результатів негласних оперативно-розшукових заходів (фонограм і відеофонограм), що приєднуються як докази в кримінальних справах. Позначено основні вимоги, що ставляються до подібних матеріалів, і надані рекомендації щодо верифікації результатів оперативно-розшукових заходів для забезпечення можливості їх використання як цифрових доказів.

RESULTS VERIFICATION OF UNDERCOVER VIDEO AND AUDIO RECORDING AND GUARANTEEING THEIR AUTHENTICITY AS EVIDENCE IN A CRIMINAL CASE

E. I. Galiashyna, G. P. Shamaiev

The article studies the problem of the due drawing up of undercover operational search action results (audio or video recordings) filed as evidence in criminal cases and presents basic requirements to these materials as well as recommendations on the verification of operational search action results to make them eligible to enter as digital evidence.

УДК 347.77

С. М. Бобрицький, завідувач лабораторії Харківського НДІСЕ

ДОСЛІДЖЕННЯ МОВЛЕННЄВОГО ТРАФІКУ ІР-МЕРЕЖ

Розглянуто методичні та практичні питання особливостей дослідження мовленнєвого трафіку ІР-, GSM-мереж як об'єкта фоноскопічної експертизи.

Звукозаписи, що є об'єктами дослідження сучасної фоноскопічної експертизи, завжди мають своєрідне породження, що відображає не тільки мовленнєвий вміст, а й середовище, де вони формувались і яке несе в собі

додаткову інформацію стосовно мережевих процесів, які теж там відображені. Метою статті є загальний огляд чинників, що впливають на якість передавання мовлення в мережах з пакетною комутацією, у першу чергу VoIP (Voice over IP)- і GSM (Group Special Mobile)-мереж, оскільки виконані в них звукозаписи сьогодні найчастіше досліджуються в розслідуванні кримінальних справ. Для експерта-інструментальника якість мовленнєвого сигналу – це в першу чергу можливість виділення ознак, що стануть у подальшому предметом кількісних і якісних порівнянь.

Розуміння принципової можливості передавання скомпресованого мовлення впливає з того, що, хоча мовленнєвий сигнал на виході мікрофону й описується швидкоосцилюючими функціями, сама ж динамічна характеристика мовленнєвого тракту людини та параметри джерел його збудження описуються функціями часу, що повільно змінюються, та які зберігаються при компресії мовлення.

Відомо, що мовленнєвий сигнал на виході мікрофону, наприклад зі смугою 12 кГц і розрядністю оцифрування 10–12 біт, повинен мати інформаційну швидкість приблизно 250–300 Кбіт/с. Для забезпечення передачі мовленнєвої інформації каналами зв'язку в реальному масштабі часу зі збереженням розбірливості, якості, природності звучання та індивідуальних особливостей мовленнєвирного апарату диктора (функція аналізатора мовлення) на прийомному кінці лінії зв'язку вживаються заходи з відновлення первинного обсягу переданого мовленнєвого сигналу (функція синтезатора мовлення). Мовленнєва інформація в мережах з пакетною комутацією передається мовленнєвими пакетами (кадрами). У зв'язку з тим, що в мережах VoIP мовленнєвий сигнал передається за протоколами переносу RTP/RTCP (RTCP-XR), а в мережах GSM – суто мовленнєвими пакетами, більш детально розглянемо чинники, що впливають на якість передавання мовлення в мережах VoIP як більш складної за своєю будовою.

Протоколи, що використовуються в IP-телефонії, зазвичай поділяють на такі групи¹:

- перенесення (RTP);
- сигналізації (SIP, H.323, MGCP, MEGACO, RTSP);
- забезпечення параметрів QOS (RTCP, RTPCP-XR, RSVP, DiffServ);
- забезпечення тарифікації, білінгу, дозволу на адреси тощо (LDAP, RADIUS, ENUM).

До основних чинників, що впливають на якість передавання мовлення в мережах VoIP, належать:

- значна короточасна зміна джитеру² затримок протягом сеансу зв'язку;

¹ Див.: Methodology for derivation of equipment impairment factors from subjective listening – only tests. — ITU-T Recommendation P.833. — 2001, February.

² Джитер (англ. *jitter* – тремтіння) або фазове тремтіння цифрового сигналу даних – небажані фазові і/або частотні випадкові відхилення сигналу, що передається. Виникають унаслідок нестабільності задаючого генератора, змін параметрів лінії передачі в часі та різної швидкості поширення частотних складових одного й того самого сигналу.

- висока ймовірність утрат пакетів;
- нестационарність мережевого трафіку¹;
- залежність затримок і втрат мовленнєвих сегментів від реалізацій алгоритмів обслуговування черги заявок у транзитних вузлах. У процесі кодування формуються блоки даних кодека Application Data Unit (ADU), які потім опційно групуються й «капсулюються» в сегменти транспортного протоколу реального масштабу часу² Real Time Protocol (RTP);
- залежність затримок і втрат ADU від характеристик попутного трафіку даних;
- необхідність сполучення з телефонною мережею загального користування (ТМЗК) при сеансі зв'язку за участю абонентів ТМЗК.

Отже, чинники, що впливають і характеризують якість передавання мовлення в IP-мережах, можна поділити на два рівні: мережеві та терміналу служби VoIP. На транспортному рівні це: коефіцієнт утрат пакетів, середня однокінцева затримка, джитер мережевих затримок, а на рівні терміналу VOIP – спотворення, що вносяться процесом кодування/декодування, затримками в джитер-буфері, та залежать від кількості блоків даних кодека в одному мовленнєвому пакеті, методу відновлення втрачених мовних сегментів (FEC), сумарної однокінцевої затримки, коефіцієнта втрат пакетів даних кодека.

Наведені чинники безумовно є основною турботою провайдерів, які надають послуги зв'язку. Тому для їх компенсації (приховування), а також економії ресурсів у мережах використовують: кодування з придушенням пауз мови (Voice Activity Detection, VAD) на стороні передачі; компенсацію втрат мовленнєвих пакетів (Packet Loss Concealment, PLC); функцію джитеру мережевої затримки на стороні прийому. Як відчуває користувач у реальних IP-, GSM-мережах дію цих чинників? Це втрати частини слів чи фраз, затримка відповіді від співбесідника в часі, що призводить до повторення діалогу/монологу між співрозмовниками, «завмирання» каналу зв'язку між ними в моменти видалення пауз мовлення (передавання мовлення виключно в момент мовленнєвої активності), прослуховування сигналу відлуння власного мовлення, спотворення частотного спектру чи гучності за рахунок помилок при кодуванні.

У табл. 1 наведено типи сучасних кодеків, що використовуються при наданні послуг у IP-, GSM-мережах, і зазначені коефіцієнти їх стійкості до мережевих утрат та спотворень, які можуть уноситися кодеком при кодуванні. Для судового експерта, що як вимірює параметри усного мовлення дикторів, так і вирішує питання стосовно виявлення ознак монтажу звукозаписів, зафіксованих в IP-, GSM-мережах, дуже важливо розуміти глибинний сенс виникнення спотворень мовлення.

¹ Трафік – обсяг інформації, що передається мережею за певний проміжок часу.

² Див.: RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications RFC 1889 / [H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson]. — 1996, January. — 254 p.

Параметри стійкості кодеків до групових утрат

Тип кодека	Період формування пакету, мс	Швидкість, кбіт/с	I_e	B_{pl}
G.711	10	64	10	4,3
G.729A + VAD	20 (2 кадри)	8	11	19
GSM 06.10 (GSM-EFR)	20	12,2	5	10
G.723.1	30	6,3	15	16,1

Примітка. Умовні позначення: B_{pl} – коефіцієнт, що враховує стійкість кодека до втрат; I_e – коефіцієнт, залежний від спотворень, які вносяться кодеком.

У практичній роботі із звукозаписами, зафіксованими в IP-, GSM-мережах фахівці Харківського НДІСЕ використовують як методи досліджень, закладені в сучасних програмно-апаратних комплексах, таких як Justiphone, Fonexi, Sarfig, так і власні наукові розробки, що дають змогу вирішувати окремі питання. Наприклад, для аналізу дії алгоритму компенсації втрат мовленнєвих пакетів (PLC), знаходження місць групування втрат, інтервалів їх групування, оцінювання відстані між ними та вирішення питання стосовно встановлення ознак монтажу розробляється програмний продукт під робочою назвою «Поиск потерянных участков речи» (рис. 1). На рис. 2 наведено результати сканування мовленнєвого фрагмента із зазначенням ділянки, де виявлено втрати, що компенсувалися засобами мережі.

Робота з програмою проходить у декілька етапів: визначення параметрів файлу; спектрально-часовий і формантний аналізи вмісту файлу; вибір рівня декомпозиції сигналу; вейвлет-декомпозиція сигналу; відображення вейвлет-

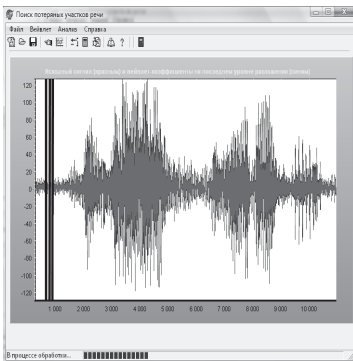


Рис. 1. Інтерфейс програмного продукту, що розробляється

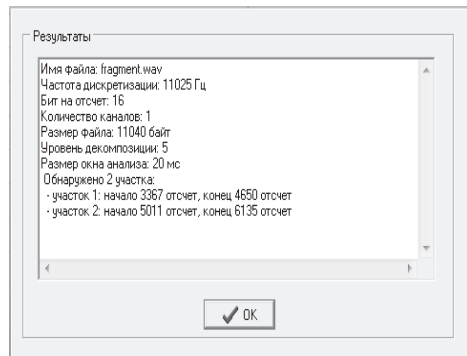


Рис. 2. Результати сканування мовленнєвого фрагмента

коефіцієнтів; встановлення розміру вікна аналізу; пошук утрачених ділянок сигналу; виведення результатів.

Доцільно окремо виділити критичні значення характеристик пакетних мереж у звукозаписах, які досліджували експерти Харківського НДІСЕ:

— утрати мовленнєвих пакетів стають реальною проблемою для ідентифікації диктора при перевищенні порогу в 3 %;

— затримки мовленнєвих пакетів (як наслідок цього – подальші їх утрати) стають реальною проблемою для диференціації мовлення дикторів при перевищенні порогу у 250 мс;

— джитер у 250 мс погіршує якість переданого мовленнєвого фрагмента.

На рис. 3–5 наведено узагальнені результати аналізу впливу характеристик пакетних мереж на якість розпізнавання особи за мовленням, переданим цією мережею. Якість розпізнавання диктора характеризується таким поняттям, як інформативність. Інформативність – показник, який відповідає

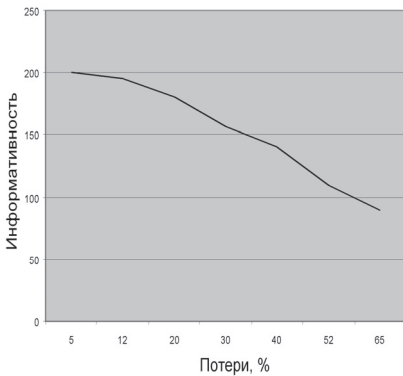


Рис. 3. Залежність інформативності від утрат

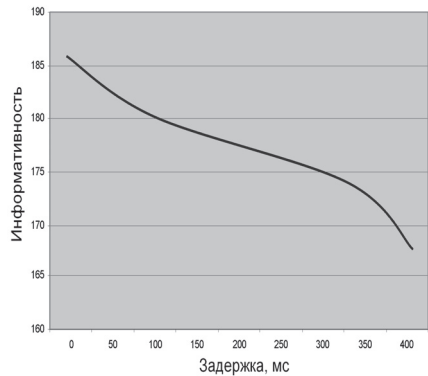


Рис. 4. Залежність інформативності від затримок

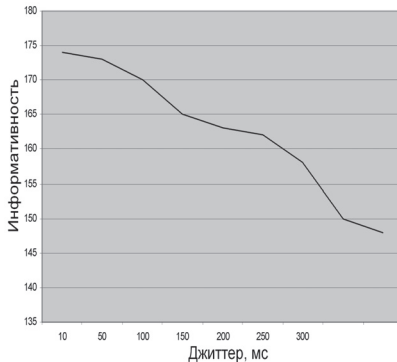


Рис. 5. Залежність інформативності від джитеру

відстані між вибірками мовлення різних дикторів, що розрізняються, за яким визначається здатність розпізнавання мовленнєвого фрагмента. Поріг інформативності (прийняття рішення свій/чужий) дорівнює 148,17 і визначається в середовищі програмного продукту Fonexi. Унаслідок проходження мовленнєвого сигналу через канали зв'язку IP-мережі під час інструментальних досліджень спостерігається таке:

— відношення сигнал/шум у тракті істотно зменшується із збільшенням утрат і трохи варіює при джитері та затримках;

— відхилення швидкості передачі є істотними при затримці на 65 %;

— збільшення втрат істотно впливає на всі параметри мовленнєвого сигналу, крім групи ознак основного тону, які не настільки піддаються змінам (при будь-якій зміні мовленнєвого потоку характеристики диктора залишаються практично незмінними);

— із збільшенням утрат збільшується відсоток помилкового прилічення голосу на досліджуваній фонограмі до голосу «чужого» диктора;

— вплив втрати буде значним, якщо більшість з них потрапляють на мовленнєвий сигнал, та буде незначним, якщо вони потрапляють на мовленнєві паузи;

— затримки та джитер не справляють істотного впливу на зниження інформативності груп ознак мовлення, вони впливають на сприйняття мовлення (людина в реальних умовах не в змозі чітко відтворити всі похибки сприймання, пов'язані із затримками та джитером); при джитері в 350 мс утрачається здатність розпізнавання мовлення людиною.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЧЕВОГО ТРАФИКА IP-СЕТЕЙ

С. М. Бобріцкий

Рассмотрены методические и практические вопросы особенностей исследования речевого трафика IP-, GSM-сетей как объекта фоноскопической экспертизы.

THE STUDY OF VERBAL TRAFFIC IN IP-NETWORKS

S. M. Bobrytskyi

The article deals methodological and practical issues of the peculiarities in the study of verbal traffic in IP-networks, GSM-networks as objects of a phonoscopic examination.