

ロボットパートナーとのインタラクションを通じた 状況依存選曲システム

ASituation-dependentMusicSelectionSystemthroughInteractionwithARobot Partner

石川 詩樹¹ 久保田 直行¹

UtakiISHIKAWA¹, NaoyukiKUBOTA¹

¹ 首都大学東京

¹TokyoMetropolitanUniversity

Abstract: It is very important that the best music is selected and played effectively according to various scenes such as not only in the personal living space, but also in stores and hospitals. The study aims to build the system that selects and plays the music automatically dependent on the personal life style and living space. As a robot partner, we use a robot music player equipped with some sensors and speakers in order to construct the comfortable sound field. Furthermore, the environmental information surrounding a person and robot partner is measured by sensors installed in living space. Experimental results show how this system is realized by integrating environmental information measured with results of the interaction between a person and robot partner.

1. はじめに

近年の携帯音楽プレイヤーの大容量小型化と、音楽圧縮技術の高度化は、音楽をより身近で手軽に持ち運びできる環境を提供している[1]。そのため、コンサート会場やライブ会場に多くの人たちが集い、1つの音楽を大勢で楽しむ従来の視聴形態から、ユーザの嗜好やその時々気分合った音楽を、個人で自由に選曲し楽しむ視聴形態が多くなってきていると言われる。

一方、ユーザの嗜好というものは移り変わりの激しい性質を持っている。例えば朝、起床したときの気分と仕事から帰って夜就寝する時の気分には少なからず差異が生じていると考えることは容易である。たとえユーザの行動が過去に行った行動と全く同一であったとしても、その日の時間や気温、季節、天気、場所など、その場の状況によって嗜好は大きく変化する。本研究では、そのような場の状況によりユーザの嗜好が様々に移り変わる点に着目し、将来、老若男女問わず、人間の身近な環境下における活躍が期待されるロボットパートナーを用いた、状況に依存した音楽選曲システムを構築する。

ロボットパートナーは、大きく2つに分けることができる。1つは、人と人の繋がりを仲立ちすることである。センサネットワークとの連携[2]により

日々の生活を見守り、緊急事態に備えるほか、ロボットからの声かけや時事情報の提供を通じて地域社会との繋がりをユーザ自身に実感させ、外出や友人、家族とのコミュニケーションを促すことを目的とする。もう1つは、ユーザのパートナーとして生活をとともにすることで、ある種の信頼関係を気づき上げると同時に、ユーザとコミュニケーションを行いながらサポートをさり気なく行い、ユーザの生活を明るく快適にする手助けをすることを目的としている。ロボットとのインタラクションそのものを楽しみとする場合はもちろん、直接的にロボットとのふれあいのない時にも、さり気ない情報提供により明るい場を演出し、趣味や団らの時間をより充実させることを目的とする。本稿では特に後者の目的を達成するために、ロボットパートナーによる状況に応じた選曲と楽曲提供について議論を行う。

場の状況に合わせたユーザにとっての最適選曲を行っていくには、インタラクションを行うことでユーザの意図を伝えなければならない。しかし、ユーザが積極的にロボットを操作するのではなく、ロボットパートナー側がユーザへ能動的にアプローチを持ちかけていくことが望ましい。一方で、前述した通り、ある状況に対して、どのような楽曲が適しているかは人の嗜好により異なるため、事前設計は困難である。その問題の解消のために現在では、学習

機能を備えたロボットの開発が行われるようになってきたが、その多くがロボットの行動学習に関するもので、コミュニケーション学習についてはほとんど議論がされてこなかった。そこで本稿では、ロボットパートナーの簡単なコミュニケーション学習を行うことを提案する。コミュニケーション学習の先行研究としては、駒込ら(2006)によるロボット・ミームの構想などがあげられる[3]。駒込らは、R.Dawkinsの提唱したミームという「模倣によって伝えられる文化の一要素」という概念を、ロボットと人間の間のインタラクションにより伝播させ、ロボットが人間社会に共有されている文化的身体動作を獲得する構想を示している。駒込らの手法は模倣による知の伝播に主眼を置いている点で、ロボットのパーソナライズを行う本研究とは異なる。本研究におけるコミュニケーション学習では、ロボットとのコミュニケーションを通じてユーザの場の状況に対する音楽嗜好を学習する。そのため、特別な操作や専門知識がなくても、日常的にロボットと簡単なコミュニケーションを取っているだけで、自然にロボットパートナーがユーザに合わせて選曲を最適なものに近づけようとしてくれる。本稿では、簡単なコミュニケーション学習を通じてロボットパートナーが状況に対応したユーザの嗜好を学習し、最適な選曲を行えるようになることを目的とする。

2. ロボットパートナーによる選曲

2.1 ロボットパートナーmiuro

本実験では、ロボットパートナーとして自走式ネットワーク音楽ロボット miuro を用いた(Fig.1)[4]。このロボットは2輪の移動機構と、カメラ、赤外線距離センサ、タッチセンサ、加速度センサなどの各種センサを搭載している。さらに、各種 iPod と接続をしたり、赤外線リモコンによる遠隔操作をしたりすることができる。miuro は高音質の無指向性スピーカを備え、無線 LAN(802.11d/g)接続を行い、インターネットラジオやパソコン上の音楽サーバから音楽情報をダウンロードし、演奏することができる。

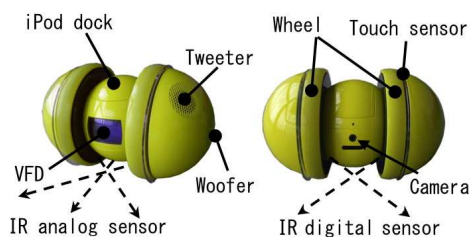


Figure1. ロボットパートナーmiuro

2.2 miuro による状況依存選曲

情報科学の観点から情報とは、意味のあるデータ、もしくは価値のあるデータのことを指す。一方で心理学の見地からは、情報というものは画像情報、音声情報、触覚情報や嗅覚情報などを含んでいる[5-7]。このことから、私たちはこうした情報からある対象に対して意味や価値を見いだすことが可能であり、すなわち対象の情報を複数のセンサを併用し入手することで、場の状況というものを知覚することが可能であることを示している。本研究では場の状況を miuro のセンサ情報によって把握し、ユーザが望む状況に依存した選曲の手法について考えていく。

Fig.2 は状況依存選曲における miuro の役割を示している。miuro は大きく分けて 2 つの特徴を持っている。1 つ目は、PC サーバやインターネットと無線通信を行える点である。抽出されたユーザの嗜好や習慣の情報は PC サーバに蓄積されるため、miuro だけでなくユーザ自身も逐次参照することが可能である。また、環境に配置したセンサ情報を、無線通信により入手し、miuro の内部センサ情報と統合することで、より正確な状況判断を行うことが可能となる。2 つ目の特徴は、2 輪のホイールによる移動能力と、備え付けられた複数のセンサにより、自律的計測を行いながら、高品質な音楽再生をすることが可能な点である。これにより、ユーザとの距離を考慮に入れながら移動を行うことで、音響環境を整え、かつ効率的に周辺環境情報を取得しながら、場の状況判断を行うことができる。

音楽再生の役割は音楽鑑賞と、背景音楽 (BGM) に大別できる。音楽鑑賞では音楽そのものに注目して純粋に音楽のみを楽しみ、背景音楽では音楽を環境要素のひとつとして扱い、聞き流しながら他の作業を中心に行う。本稿では音楽鑑賞と背景音楽、両方の役割を主眼に入れ、議論を進めていくことにする。

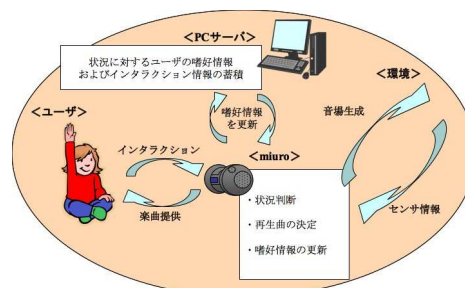


Figure2. 状況依存選曲における miuro の役割

3. 提案手法

3.1 状況依存プレイリスト

選曲の手法として、各々の楽曲にセンサ情報を付与した音楽プレイリストを作成し、状況ごとに音楽履歴を保存、分類するものを提案する。具体的には、まず楽曲が再生されたときの場に関する情報(時間、照度、場所など)をロボットの内部センサおよび空間に配置したセンサで入手し、それらの情報と後述する **miuro** とのインタラクションの結果を統合して付与した音楽プレイリスト(状況依存プレイリストと呼ぶ)を作成していく。**miuro** とのインタラクションを繰り返していくことで **miuro** が状況に対応した楽曲を学習していき、状況依存プレイリストの内容は充実していくことになる。状況依存プレイリストは、それぞれが含有している状況情報に現在の状況が合致したときに、対応するプレイリストが **miuro** により自動的に選択され、音楽を提供する。

本実験では使用する情報を **miuro** が独自に入手できる時間と照度のみ限定し、状況依存プレイリストが作成されていく過程を観察する。また、インタラクションは **miuro** に搭載されているタッチセンサおよび傾きセンサを使用する(Fig.3)。ある楽曲を再生中に **miuro** にタッチをすると、**miuro** はその曲を現在の状況にふさわしいものではないと判断し、再生曲を変更するとともにプレイリストへの保存をキャンセルする。傾きセンサは音量調節に用いる。インタラクションによる学習の経過は PC サーバの画面上に随時文字で出力されるようにし、視覚的なインタラクションの確認を行えるようにしている(Fig.4)。



Figure3. インタラクションの手法(タッチと傾け)

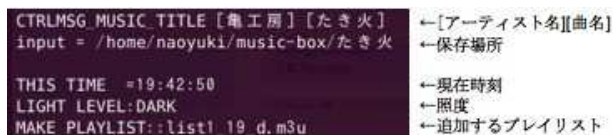


Figure4. PC サーバ上の出力

本実験における状況依存プレイリストのファイルは、m3u 形式のものを使用する。m3u ファイルとは映像、音声ファイルのプレイリストを記述するため

の 1 形式で、音楽ファイルのパスを列挙するだけの単純な形式でプレイリストを記述できる(Fig.5)。**miuro** が取得する曲名情報を、その音楽ファイルの存在するフォルダへのパスを付与して保存していくことで、学習を行っていく。



Figure5. m3u ファイルの例

3.2 インタラクションタイム

ロボットパートナーとのインタラクション手法を考えていく上で、ユーザが直感的、かつ負担にならない簡単な操作で触れ合えるということが非常に重要になる。それを実現するためには、ユーザがロボットに働きかけていくのではなく、ロボットパートナーがユーザへ能動的にアプローチを持ちかけることが有効であると考えられる。

そこでインタラクションタイムというシステムを考案する。インタラクションタイムとは、状況依存プレイリストを作成するにあたり、**miuro** とユーザがインタラクションによる学習を行うために設けた一連の動作期間である。インタラクションタイムは **miuro** の曲再生とともに開始され(Fig.6(a))、まず **miuro** がユーザのもとへ移動を開始する(Fig.6(b))。赤外線距離センサによって、ユーザの手の届く場所まで近づいたことを判断すると自動で停止し、15 秒間の待機時間に入る(Fig.6(c))。この間に行われたタッチや **miuro** 本体の傾けといったインタラクションの結果が、状況依存プレイリスト作成や音響環境に影響を与える。15 秒が経過すると **miuro** は再びユーザから離れ(Fig.6(d))、音量を再調節して停止する(Fig.6(e))。

miuro が常に手の届く場所に居るのであれば、インタラクションは容易でありユーザの負担にもならないが、本実験では **miuro** 自身が搭載しているスピーカから音楽を奏でるため、最も良好な音響環境を実現するためには、ユーザの足もとではなく、一定の間隔をあけることが望ましい。そのため、インタ

ラクションタイムの中に移動の要素を取り入れている。本実験では椅子に座ったユーザと miuro が対面し、miuro がユーザとの間を直線走行で行き来する構図を想定する(Fig.7)。

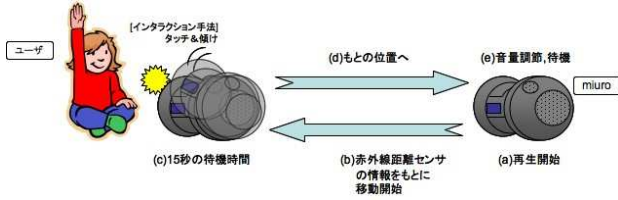


Figure6. インタラクションタイムの概念図



Figure7. インタラクションの様子

3.3 自動再生

miuro とのインタラクションによる学習を繰り返していくと、状況依存プレイリストの内容はより充実したものとなる。プレイリストの内容が充実してくると、miuro による自動再生が有効になる。

プレイリストに付与された状況に関する情報と、現在の状況が合致すると、miuro が対応するプレイリストを再生する。再生条件はLook-upTable (LUT) システムを用いることにする[12]。Fig.8 に示すように、個々のセンサ情報と、それらのセンサ情報と楽曲情報を統合して作成した状況依存プレイリストを、ライブラリとしてLUTへ格納する。自動再生する場合には、入力されたセンサ情報と楽曲情報から、それらに最も近い情報が含まれたプレイリストをLUT内より探索する。再生候補が見つかった場合、その行に対応したプレイリストを自動で再生する。

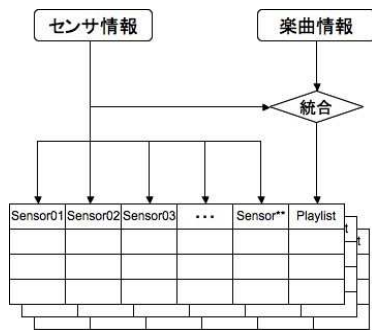


Figure8.LUT システムの概念図

状況依存プレイリストは miuro が新たな状況に置かれるたびに新規作成されるため、LUT のサイズの上限は設定されていない。ただし本実験では、使用する情報を時間 (Time:0 ~23) と照度 (Illumination: LIGHT,DARK) に限定するため、LUT の構造は次のようなものとなる(Table.1)。

Table1. LUT の構造

No	Time	Illumination	Playlist
1	0	LIGHT	list_0.m3u
2	0	DARK	list_0_d.m3u
3	1	LIGHT	list_1.m3u
4	1	DARK	list_1_d.m3u
⋮	⋮	⋮	⋮
47	23	LIGHT	list_23.m3u
48	23	DARK	list_23_d.m3u

Time の値は 0~23 時までの 24 通り、Illumination の値は明るい暗い (LIGHT,DARK) の 2 通りである。つまり、本実験において状況依存プレイリストは最大 $24 \times 2 = 48$ 通り作成されることになる。プレイリストに含有された情報はプレイリスト名に反映されるものとする。例えば 16 時で暗い場合のリスト名は「list_16_d.m3u」とする。

4. 実験

上記の提案手法を用いて、miuro とのインタラクション学習を通じて、時間と照度の情報を付与した状況依存プレイリストを作成する実験を行った。ユーザと miuro のインタラクション学習の結果がどのようにプレイリスト作成と再生に影響を及ぼしていくのか、実際に本システムを利用することで評価していくことを目的とする。実験場所は 1 日のなかで生活している時間が最も長い研究室とし、3 日間で行った。実験の大まかな流れを Fig.9 に示す。ただし、作成される時間と照度に関する状況依存プレイリストの数は最大 48 通り、再生する楽曲はジャンルの異なる 10 アーティスト、1 アーティストあたり 5 曲、総曲数 50 曲、プレイリスト作成と自動再生のプログラムは別にして実験を行う (Table.2)。

Table2. 再生する楽曲のジャンル

Pop	Rock
Soundtrack	World
Classical	EasyListening
Electronic	Enka
HipHop/Rap	Jazz

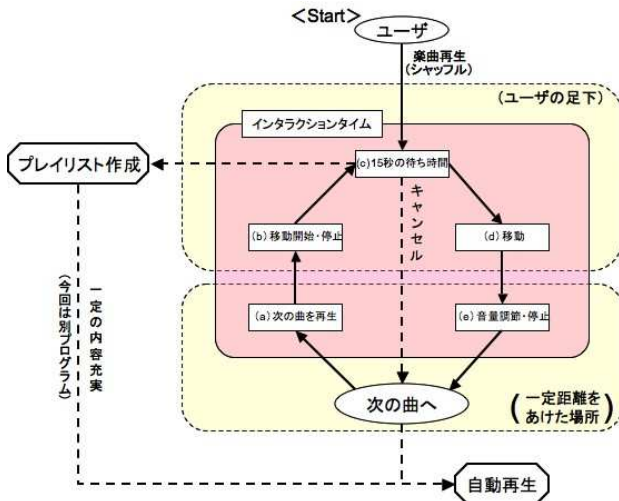


Fig.9 実験の流れ

実験の結果、作成された状況依存プレイリストは Fig.10 のようになった。システムの性質上、全 48 通りのプレイリストファイルが作成されているが、楽曲情報が書き込まれているものはその内の一部である。

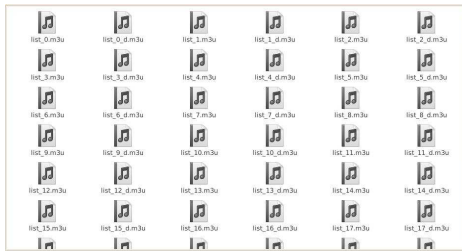


Figure10. 作成された状況依存プレイリスト

結果が書き込まれたプレイリストのひとつを Fig.11 に示す。Fig.11 を見ると 4 と 10 行目および 2 と 12 行目に同じ楽曲が書き込まれていることが確認できる。これは、これらの楽曲が同状況において複数回視聴されたことを示しており、他の楽曲に比べて、このときの場の状況により適した楽曲であるとユーザーが判断したものであると推測できる。また、プレイリストに同じ曲が複数書き込まれるほど、曲数に対するその楽曲の割合が多くなるため、自動再生の際にその楽曲が確率的に再生されやすくなることから、結果として場の状況に対する最適選曲を実現することにつながっていると評価することができる。状況依存プレイリストが作成される様子およびインタラクションタイムの経過の様子は、PC サーバ上に表示される (Fig.12)。Fig.12 は上から、(a)10 時・明るい場合、(b)16 時・暗い場合、(c)ユーザーのタッチにより状況依存プレイリストへの楽曲登録がキャンセルされた場合を示している。タッチセンサが反応

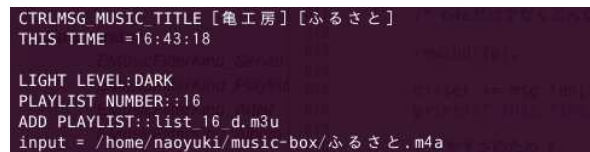
すると、miuro 自身は再生曲を切り替えることで、インタラクションを認識したことをユーザーに知らせるが、結果を文字として画面上に出力することで、インタラクションの結果をよりわかり易くユーザーに伝えることができる。



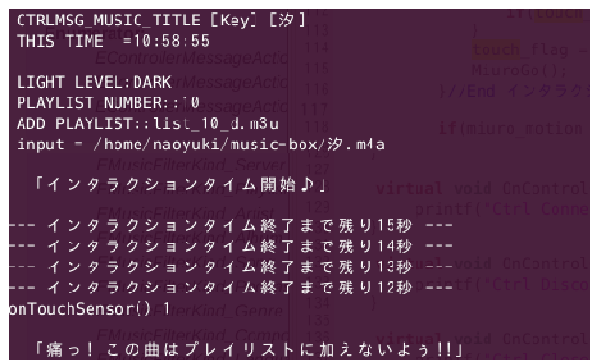
Figure11. プレイリスト例 (21 時、明るい場合)



(a)



(b)



(c)

Figure12. PC サーバ上の表示

このインタラクションを 3 日間繰り返して、状況依存プレイリストの自動再生プログラムを実行した。実験では、自動再生は Look-upTable によりプレイリストに付与された時間と照度の情報が現在の状況に合致したときに対応するプレイリストが再生され、同時間帯で照度に変化した場合には、再生するプレイリストが逐次切り替わる様子が確認できた。

5. まとめ

本稿では、ロボットパートナーとのインタラクションを通じた場の状況に対する最適選曲について議論を行ってきた。場の状況を効率的に判断し、最適な選曲をユーザの負担なく行っていくために、人間とコミュニケーションを取りながら学習し人間の生活をより楽しく快適にしてくれるロボットパートナーを用いた。インタラクションの方法はユーザの負担にならないタッチと傾きという簡単なものにしぼり、また、ロボット側から積極的にアプローチを行っていくことの重要性からインタラクションタイムという独自のシステムを考案した。センサ情報を含んだ状況依存プレイリストは、ロボットパートナーとのインタラクションによる収録楽曲の取捨選択を重ねていく学習を通じて作成していく手法を採用した。そしてLUTシステムをもとに、ロボットパートナーが自動でプレイリストを選択し、提供してくれるシステムを考案した。

実験ではこれらの手法を用いて、インタラクションを通じたプレイリスト作成によって最適選曲が行われていると考えられる結果を確認することができた。そして楽曲情報が蓄積されたプレイリストがしきりかたで再生されることにより、ユーザの希望する音楽の提供が実現できる可能性を示すことができた。

今後は、付与するセンサ情報を増やし、より正確な場の状況判断を行うことを目指すと同時に、過去に再生をキャンセルされた楽曲の情報を、そのときの状況とともに保存し以降は再生されにくくしたり、SNNを用いた学習法やボルツマン選択による選曲[10,11]を取り入れていったりすることで、ロボットとユーザが最適選曲をより効率的に行っていくための手段を調査していく。また、状況に対する嗜好は動的であるが、特定のアーティストやジャンルが好きだといったような静的な嗜好も存在することも視野に入れ、最適選曲という行為自体に対する議論も深めていく。

6. 参考文献

- [1] 桐本, 佐々木, 清木: 風景画像とサンプル楽曲を用いた環境状況コンテキスト対応型音楽推薦システムの実現, 情報処理学会研究報告, データベース・システム研究会報告 2008(88),pp.157-162,(2008)
- [2] Khemapech,I.Duncan,A.Miller:ASurveyofWireless SensorNetworksTechnology.inPGNET,inProc.the 6th Annual PostGraduateSymposiumontheConvergence of Telecommunications,NetworkingandBroadcasting,

EPSRC2005.

- [3] 駒込, 鈴木, 小野, 山田: 「ロボット・ミーム」の構想: 人-ロボット間の相互適応による文化の学習・伝達・創出の実現(身体性, 身体メディア), 情報処理学会研究報告. ICS,[知能と複雑系]2006(131),pp.7-12, (2006).
- [4] ZMPInc.&C.:Miuro,TheRobotthatPlayYour FavoriteMusicatYourFavoritePlace(inJapanese) . JournalofRoboticsSocietyofJapan,Vol.26,No.1, pp.34-35,2008.
- [5] R.L.Gregory:TheOxfordCompaniontoTheMind. OxfordUniversityPress,1998.
- [6] M.W.Eysenck:PsychologyanIntegratedApproach. Prentice-Hall,PearsonEducation,Ltd.,1998.
- [7] K.J.Gergen,M.M.Gergen:SocialPsychologySecond Edition.Springer-VerlagNewYork,Inc.,1986.
- [8] 久保田直行, 矢口愛子, パートナーロボットの環境知覚に基づく発話内容の学習, 日本知能情報フェイジ学会誌, Vol.21,No.5,pp.683-692,2009.
- [9] 西田謙一郎, 久保田直行, 知覚に基づく人間-ロボット協調のための対話, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2005 講演論文集(CD-ROM),2A1-N-058,2005
- [10] 久保田直行, 矢口愛子, パートナーロボットの環境知覚に基づく発話内容の学習, 日本知能情報フェイジ学会誌, Vol.21,No.5,pp.683-692,2009.
- [11] 西田謙一郎, 久保田直行, 知覚に基づく人間-ロボット協調のための対話, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2005 講演論文集(CD-ROM),2A1-N-058,2005.
- [12] MarkWittkamp,LuigiBarone,LyndonWhile:A ComparisonofGeneticProgrammingandLook-upTable LearningfortheGameofSpooft,th2007IEEE SymposiumonComputationalIntelligenceandGames (CIG2007),pp.63-71,(2007)
- [13] 矢口愛子, 久保田直行, パートナーロボットによる状況に応じた音場に基づく情報支援, インテリジェント・システム・シンポジウム(FAN2010),No.146, 東京,September25-26,(2010).
- [14] ZMPInc.,miuro,<<http://miuro.com/>>(2010,November 3)
- [15] 西村明浩, ミュージックロボット miuro(ミューロ), 日本ロボット学会誌 26(8),887-888,2008-11-15
- [16] 谷口恒, 西村明浩, 原神一, 早川純, 岡本伸, ユーザの好みの場所に移動し, 音楽を再生するロボット miuro(ミューロ), 本ロボット学会誌 =Journalof RoboticsSocietyofJapan26(1),34-35,2007-12-30